



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería Geológica, Minera,
Metalúrgica y Geográfica
Unidad de Posgrado

**El ceibo (*Ceiba sp.*) como indicador de fuentes de
contaminación atmosférica, en el distrito de
Chaclacayo, Lima, Perú**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Ciencias
Ambientales con mención en Control de la Contaminación y
Ordenamiento Ambiental

AUTOR

Jaziel Martín BLANCO OBREGÓN

ASESOR

Silvia del Pilar IGLESIAS LEÓN

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Blanco, J. (2018). *El ceibo (Ceiba sp.) como indicador de fuentes de contaminación atmosférica, en el distrito de Chaclacayo, Lima, Perú*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

UNIDAD DE POSGRADO

«Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional»

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA



En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos–Lima, a los trece días del mes de febrero del 2018, siendo las 11:00 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 036/UPG-FIGMMG/2018 del 22 de enero del 2018, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TÍTULO

«EL CEIBO (*Ceiba sp.*) COMO INDICADOR DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA, EN EL DISTRITO DE CHACLACAYO, LIMA, PERÚ»

Que, presenta el Bach. **JAZIEL MARTÍN BLANCO OBREGÓN**, para optar el **GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS AMBIENTALES CON MENCIÓN EN CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL**.

El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente 01820-FIGMMG-2013 del 05 de marzo del 2013, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas del trámite según el «Reglamento de los Estudios de Maestría».

Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

..... *Buena (16)*

Habiendo sido aprobada la sustentación de la Tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS AMBIENTALES CON MENCIÓN EN CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN Y ORDENAMIENTO AMBIENTAL** al Bach. **JAZIEL MARTÍN BLANCO OBREGÓN**.

Siendo las 12:00 horas, se dio por concluido al acto académico

[Firma]
DR. CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA
Presidente

[Firma]
DR. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ
Secretario

[Firma]
MG. CARLOS DEL VALLE JURADO
Miembro

[Firma]
MG. WALTER JAVIER DÍAZ CARTAGENA
Miembro

[Firma]
DRA. SILVIA DEL PILAR IGLESIAS LEÓN
Asesora

AGRADECIMIENTOS

A Alberto Samaniego por la traducción y aportes, Bogar Araujo porque sólo la ciencia cambia al mundo, Narda Fajardo por su desinteresado apoyo, Belbeth Fajardo por su orientación, César Poma por las facilidades para el procesamiento de muestras, Milene Poma por los momentos vividos, María del Carmen Altamirano por su apoyo, Luz Angélica Álvarez porque no en vano se nace al pie de un volcán, Dra. Silvia Iglesias por su orientación, Dr. Carlos Cabrera por su entusiasmo en la realización de la tesis, Dr. Julio Delgado porque el conocimiento tiene fecha de vencimiento, Dra. Hilda Solís por su ejemplo y rigurosidad científica; mis hermanos Omar, Miguel, Analiz, Marie.

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por acogerme en su seno, por ser ese pequeño Perú en el que convergen todas las sangres, por ser ese lugar donde viven la razón y el conocimiento.

A la Municipalidad Distrital de Chaclacayo por las facilidades brindadas.

Al profesor José Agustín Luque Barba, porque San Marcos también te enseña a lidiar en todos los escenarios, y porque la palabra de un hombre es su mejor carta de presentación.

Al Dr. Fernando José Zúñiga y Rivero, porque la mayor riqueza de un hombre es su palabra, porque para avanzar en la vida uno debe ir por el camino de la ética, porque no hay mayor satisfacción que ayudar sin mirar a quien sin pedir nada a cambio.

Al profesor Ladislao Cuellar, por su incesante afán de acercar las ciencias a las masas, por inculcarnos el amor por el saber, por enseñarnos que el conocimiento es universal.

A Herlinda Diestra Flores y Rosalina Roca Oliveros, mis abuelas, que, con su ejemplo de bondad, y tesón supieron vencer las adversidades propias de su tiempo.

A Gaile Analiz Blanco Obregón, mi hermana, porque basta una sonrisa para iluminar un hogar, y basta una risa para prolongar la felicidad hasta el infinito.

A Dora Valeria Obregón Diestra, mi madre, por sonreírle a la vida a pesar de los embates de la adversidad, por ese afán incesante de inculcarme el amor por el conocimiento, porque el mayor activo que puede tener una persona es su sapiencia.

Al Profesor Darío Benigno Blanco Roca, mi padre, por enseñarme con su ejemplo a caminar seguro y con la frente en alto en este cambiante mundo, porque nunca faltó un pan en la mesa, por su presencia desde que abrí mis ojos, hasta que cerró los suyos, por nunca haberme negado un libro, porque no hay mayor inversión que la educación, porque la grandeza de los hombres se mide por la grandeza de su corazón, por su afán de que sus hijos sean mejores cada día:.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Situación Problemática	3
1.2 Formulación del Problema	4
1.3 Justificación teórica	5
1.4 Justificación práctica.....	6
1.5 Objetivos.....	7
1.5.1 <i>Objetivo general</i>	7
1.5.2 <i>Objetivos específicos</i>	7
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	8
2.1 Marco Filosófico o Epistemológico de investigación	8
2.2 Antecedente de investigación	9
2.3 Bases Teóricas	11
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	14
3.1 Tipo y diseño de la investigación	14
3.2 Diseño específico	14
3.3 Unidad de análisis	14
3.4 Población de estudio	14
3.5 Tamaño de muestra.....	21
3.6 Selección de muestra	21
3.7 Técnicas de recolección de Datos	22
3.8 Análisis e interpretación de la información.....	22
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	25
4.2 Pruebas de hipótesis	25
4.3 Presentación de Resultados	26
4.4 Discusión	34
CONCLUSIONES	36
RECOMENDACIONES.....	38

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXOS.....	43
MATRÍZ DE CONSISTENCIA.....	44
PANEL FOTOGRÁFICO.....	47
RESULTADOS DE LABORATORIO	66
GLOSARIO	77

LISTA DE CUADROS

<i>Cuadro 1.</i> Puntos de monitoreo 2008 <i>Fuente.</i> Elaboración propia (Ver figuras del 1 al 5)	27
<i>Cuadro 2.</i> Puntos de monitoreo 2016. <i>Fuente.</i> Elaboración propia (Ver figuras 6).....	27
<i>Cuadro 3.</i> Comparación de resultados de las muestras tomadas y las normas canadiense y nacional para calidad de suelos 2008. <i>Fuente.</i> Elaboración propia.....	27
<i>Cuadro 4.</i> Comparación de resultados de las muestras tomadas y las normas canadiense y nacional para calidad de suelos 2016. <i>Fuente.</i> Elaboración propia.....	32
<i>Cuadro 5.</i> Matriz de Consistencia. <i>Fuente.</i> Elaboración propia.	45

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Puntos evaluados (suelo y algodoncillo) en Chaclacayo.	16
<i>Figura 2.</i> Puntos evaluados (algodoncillo) en Chaclacayo.	17
<i>Figura 3.</i> Puntos evaluados en la Avenida Wilson (Garcilaso de la Vega) ..	18
<i>Figura 4.</i> Punto evaluado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos	19
<i>Figura 5.</i> Punto evaluado en la av. Maestro peruano cruce con la av. Túpac Amaru (Gerardo Unger)	20
<i>Figura 6.</i> Concentración de Plomo total en todas las zonas evaluadas (2008). <i>Fuente.</i> Elaboración propia.....	29
<i>Figura 7.</i> Concentración de Plomo total en Chaclacayo (2008). <i>Fuente.</i> Elaboración propia	31
<i>Figura 8.</i> Concentración de Plomo total. <i>Fuente.</i> Elaboración propia	33

LISTA DE FOTOS

<i>Foto 1.</i> Algodoncillo, Punto 1 Chaclacayo (expuesto) 199.10 mg/kg	47
<i>Foto 2.</i> Algodoncillo Punto 2 Chaclacayo (expuesto) 216.40 mg/kg	48
<i>Foto 3.</i> Algodoncillo Punto 3 Dehiscencia reciente, cubierto por hojas BK 2.17 mg/kg	48
<i>Foto 4.</i> Algodoncillo Punto 1 (No expuesto) BK 1.46 mg/kg	49
<i>Foto 5.</i> Algodoncillo Punto 2 en Av. Wilson 1 (Expuesto) 145.57 mg/kg	49
<i>Foto 6.</i> Algodoncillo Punto 3 en Av. Wilson 2 (Expuesto) 141.25 mg/kg	50
<i>Foto 7.</i> Algodoncillo Punto 1 en la Av. Túpac Amaru (No expuesto, seco sin dehiscencia) 3.26 mg/kg	50
<i>Foto 8.</i> Algodoncillo Punto 1 en Chaclacayo (libre) 94.40 mg/kg.....	51
<i>Foto 9.</i> Algodoncillo Punto 2 en Chaclacayo (dehiscencia reciente) 60.29 mg/kg	51
<i>Foto 10.</i> Ceibo mostrando algodoncillo limpio. No ha estado expuesto a fuentes de contaminación (UNMSM, FIGMMG).....	52
<i>Foto 11.</i> Fruto cerrado y abierto de <i>Ceiba sp.</i> (Ceibo).....	53
<i>Foto 12.</i> <i>Ceiba sp</i> (Ceibo) en etapa de floración.....	54
<i>Foto 13.</i> Flor de <i>Ceiba sp.</i> (Ceibo).....	55
<i>Foto 14.</i> Flor de <i>Ceiba sp.</i> (Ceibo).....	55
<i>Foto 15.</i> Algodoncillo de Ceibo	56
<i>Foto 16.</i> Algodoncillo de ceibo Nótese el color blanco del mismo al no estar expuesto a partículas que le hagan cambiar de color	56
<i>Foto 17.</i> Nótese que no todo el algodoncillo se libera del fruto. Este algodoncillo, al permanecer por meses, acumula las partículas atmosféricas provenientes de diversas fuentes.	57
<i>Foto 18.</i> Algodoncillo de ceibo mostrando un color plomizo y negro. Debido a las partículas capturadas (Chaclacayo)	57
<i>Foto 19.</i> Algodoncillo de ceibo mostrando un color anaranjado plomizo y negro. Debido a las partículas capturadas (Carabayllo).....	58
<i>Foto 20.</i> Aun haya habido dehiscencia y las semillas hayan sido dispersadas por el viento, queda algodoncillo expuesto por meses en los árboles de ceibo (Carabayllo)	58
<i>Foto 21.</i> Podemos apreciar que hay frutos cerrados, semillas expuestas y algodoncillo expuesto por largo tiempo (Carabayllo).....	59
<i>Foto 22.</i> Aun haya habido dispersión de semillas, queda algodoncillo expuesto por largo tiempo, lo cual nos permite temer una idea de la calidad del aire de la zona (Carabayllo).....	59

Foto 23. Una vez empieza la dehiscencia de los frutos, también se puede apreciar frutos cerrados y algodoncillo constantemente expuesto a los polutantes del entorno debido a las partículas capturadas (Carabayllo).....60

Foto 24. Podemos apreciar que el algodoncillo de ceibo expuesto tiene una coloración típica de haber sido expuesta a partículas de tierra por el paso de los vehículos por una vía sin asfaltar (Carabayllo).....60

Foto 25. Se colecta algodoncillo de ceibo poco expuesto al ambiente (Chaclacayo).....61

Foto 26. Para la colecta del algodoncillo de ceibo se emplearon ganchos, tijeras y objetos que nos permitieran alcanzar las muestras (Chaclacayo)...61

Foto 27. Nótese la coloración, indicativo por el color gris oscuro que el algodoncillo estuvo expuesto a humos de los vehículos (Chaclacayo).....62

Foto 28. Nótese la coloración, en la parte externa se aprecia por el color gris oscuro que el algodoncillo estuvo expuesto a humos de los vehículos, pero debajo de él el algodoncillo no había sido expuesto al ambiente (Chaclacayo).....62

Foto 29. No todo el algodoncillo se dispersa con las semillas. Nótese que en estos restos la coloración oscura nos indica que el algodoncillo estuvo expuesto a humos de los vehículos (Chaclacayo).....63

Foto 30. Nótese que la parte externa es la más expuesta, dentro aún se aprecia el algodoncillo de tonalidad clara, en este caso no hubo gran dispersión de las semillas (Chaclacayo).....63

Foto 31. Fruto abierto que ha perdido parcialmente su contenido, nótese que presenta una coloración grisácea oscura debido a la exposición a polutantes del aire (Chaclacayo).....64

Foto 32. Las muestras son depositadas en bolsas ziplock y rotuladas (Chaclacayo).....64

Foto 33. Toma de muestras de tierra depositadas en bolsas ziplock y rotuladas (Chaclacayo).....65

Foto 34. Algodoncillos de ceibo de coloración oscura, expuestos a los humos de los vehículos que transitan por la zona (Chaclacayo).....65

RESUMEN

Bioindicadores son aquellos organismos o sistemas biológicos sensibles a las variaciones en la calidad ambientales (en nuestro caso, de la calidad del aire).

El ceibo (*Ceiba sp.*) al ser un árbol que produce un fruto conteniendo un algodoncillo entre los meses de junio y septiembre, aproximadamente, sirve como indicador cualitativo de calidad ambiental del aire, debido al color que adquiere al estar expuesto a las diversas partículas del entorno. Pudiendo también servir de indicador cuantitativo al retener diversidad de partículas, como el plomo atmosférico, proveniente de diversas fuentes.

Para sustentar la teoría, se emplearon algodoncillo de árboles de ceibo, entre las cuadras 2 y 9 de la Av. Nicolás Ayllón en Chaclacayo. Para comparar se empleó algodoncillo de árboles de ceibo de las cuadras 14 y 15 de la Av. Garcilaso de la Vega Lima. Algodoncillo de árboles de ceibo entre las cuadras 1 y 5 de la avenida Maestro Peruano en Comas. Algodoncillo de árboles de ceibo de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Se colectaron frutos del ceibo que contenían algodoncillo expuesto a la intemperie, y gases de vehículos de transporte; y frutos del ceibo con algodoncillo no expuesto al ambiente para realizar los análisis de laboratorio correspondientes; comparándose los resultados.

Se compara los resultados con normas de calidad de suelos, debido a que el algodoncillo acumula, entre otros polutantes, el plomo del aire, durante el tiempo que está expuesto a la intemperie, considerando que el algodoncillo ha estado expuesto en el fruto por más de tres meses, posterior a la dehiscencia del mismo, se ha comparado con la norma canadiense para calidad de suelos, así como con el D.S. N° 002-2013-MINAM, debido a que al estar en zonas altas respecto del suelo, estos algodoncillos almacenarán los polutantes del aire durante varios meses.

En la primera toma de muestras, año 2008, puede apreciarse que 8 de los 12 puntos evaluados, presentan niveles por encima de 140 mg/kg de Pb total para suelo residencial (Norma canadiense para calidad de suelos), y en 5 de ellos los valores están por encima de lo que estipula el D.S. N° 011-2017-MINAM (140 mg/kg) de Pb total para suelo Residencial/ Parques.

Los puntos 2 y 3 (algodoncillo) de la av. Wilson, comparados con el D.S. N° 011-2017-MINAM (ECA suelos), presentan niveles por sobre los 140 mg/kg de Pb. Los puntos 1, 2, y 3 (tierra) de Chaclacayo presentan niveles sobre los 140 mg/kg de Pb.

En la segunda toma de muestras, año 2016, puede apreciarse que ninguno de los puntos de análisis de algodoncillo sobrepasa norma alguna de referencia para calidad de suelos; sólo el punto CHT, donde se analizó una muestra de tierra, presenta un valor por encima de 140 mg/kg de Pb total para suelo residencial (Norma canadiense para calidad de suelos), ese punto de tierra también sobrepasa lo estipulado en el D.S. N° 011-2017-MINAM (140 mg/kg) de Pb total para suelo Residencial/ Parques.

En la primera toma de muestras, año 2008, las diferencias en las concentraciones de plomo en el algodoncillo y en el suelo, nos indican que no sólo el material particulado proveniente de la combustión de los vehículos se acumula en ellos, sino que hay otras fuentes de emisión de material particulado (plomo), pudiendo considerarse la proveniente de fundiciones, camiones de transporte de minerales, industrias que empleen este metal. El ceibo (algodoncillo) sirve como indicador de calidad ambiental (cualitativo) por el color que adquiere al estar expuesta a diferentes materiales particulados. Los puntos con mayor tráfico vehicular reportaron mayores niveles de Pb, no descartándose la presencia de otros materiales particulados en la atmósfera. La mayor concentración de plomo en el suelo respecto al acumulado en el

algodoncillo del ceibo, nos indica que este último se satura de Pb, encontrándose concentraciones menores que el acumulado en el suelo.

En la segunda toma de muestras, año 2016, las diferencias en las concentraciones de plomo en el algodoncillo y en el suelo, nos indican que probablemente la reducción de plomo como aditivo en los combustibles haya repercutido en obtener valores bajos este mineral en el algodoncillo del ceibo en Chaclacayo. La mayor concentración de plomo en el suelo respecto al acumulado en el algodoncillo del ceibo, nos indica que este último se satura de Pb, encontrándose concentraciones menores que el acumulado en el suelo. Todos los valores de las muestras de esta última entrada son menores que los de la entrada de 2008, de todos modos, el valor encontrado en el suelo, sigue muy por encima de lo que la norma peruana indica como valor máximo en el D.S. N° 011-2017-MINAM (140 mg/kg) de Pb total para suelo Residencial/ Parques.

ABSTRACT

Bio-indicators are organisms or biological systems sensitive to changes in environmental quality (in our case, the air quality). The kapok (*Ceiba sp.*) is a tree that produces a fruit containing a cotton-like fluff between the months of June and September, approximately, and serves as a qualitative indicator of environmental air quality because the color of the fluff changes, being exposed to the particles in the environment. It can also serve as a quantitative indicator because it retains several particles, such as atmospheric lead from various sources. To support our theory, kapok trees were used, chosen from the following places: Between blocks 2 and 9 of Nicolás Ayllon Avenue in Chaclacayo. The blocks 14 and 15 of Garcilaso de la Vega Avenue in Lima. Trees between blocks 1 and 5 of the Maestro Peruano Avenue in Comas, and finally, kapok trees inside the National University of San Marcos. Kapok fruits containing the cotton-like fluff exposed to the elements and gas transport vehicles were collected for laboratory analysis, while non-exposed fluff was collected as control group.

The results were compared with soil quality standards because the fluff accumulates Pb from the air during the time it is exposed to the elements. It can be seen that eight of the twelve points assessed show levels above 70 Pb mg/Kg total for agricultural land (Canadian Standard for soil quality), and in five of these points the values are higher than stipulated in the D.S. N ° 002-2013-MINAM (140 Pb mg/Kg) in total for Residential soil/Parks. Points 2 and 3 (fruit fluff) of the Wilson Avenue show levels above 140 Pb mg/Kg, points 1, 2, and 3 (soil) in Chaclacayo show levels above 140 Pb mg/Kg.

The difference in the concentrations of lead in the fruit fluff and soil not only indicates that particulate matter from combustion vehicles accumulates in them, but also, there are other sources of emissions of particulate matter (lead), like smelters, ore transport trucks. The kapok (fruit fluff) serves as an indicator of environmental quality (qualitative) because of the colour it takes

when exposed to different particulates. Points with heavy traffic reported higher levels of lead, the presence of other particulate matter in the atmosphere can't be ruled out. The highest concentration of lead in soil compared to the concentration accrued in the fruit fluff indicates that the latter captures lower concentrations than the soil.

In the first sampling, done in 2008, differences in lead levels in the fluff and on the ground indicate that not only the particulate matter from combustion vehicles accumulates in them, but there are other sources of emissions of particulate matter (lead) and can smelters, ore transport truck and industries using this metal should be considered as likely sources. The kapok fluff serves as an indicator of environmental quality (qualitative) that acquires the color when exposed to different particulate materials. Points with heavy traffic reported higher levels of Pb, not ruling out the presence of other particulates in the atmosphere. The highest concentration of lead in the soil with respect to the cumulative found in the fluff, indicates that the latter is saturated with Pb, being found in lower concentrations than the amount accumulated in the soil.

In the second sampling, 2016, differences in lead levels in the fluff and in the ground indicate that the reduction of lead as an additive in fuels has probably caused an impact as the values of this mineral in the fluff of kapok in Chaclacayo were lower. The highest concentration of lead in the soil with respect to the cumulative found in the fluff, indicates that the latter is saturated with Pb, being in lower concentrations than the amount accumulated in the soil. All sample values of the latter entry are lower than the entry 2008, however, the value found on the ground, is still well above what the Peruvian standard indicates as maximum value in S.D. No. 002-2013-MINAM (140 mg / kg) of total Pb for Residential / Park grounds.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Las urbes representan concentraciones de personas, infraestructura, materiales, en ellas se desarrollan diversas acciones antrópicas y debido a ello se registran altos niveles de contaminación, y por lo tanto grandes impactos al entorno (Fenger 1999). Podemos mencionar que los polutantes más frecuentes encontrados en las urbes son gases como el dióxido de sulfuro (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), ozono, (O₃) también se puede mencionar al material particulado en suspensión, los metales pesados y sustancias químicas orgánicas, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y el benceno y derivados (Anze 1996a).

Concentraciones altas de los contaminantes mencionados líneas arriba, representan un peligro para la existencia humana, afectan a los organismos vegetales y animales, y degradan la infraestructura urbana. Estos efectos nocivos se observan especialmente en las metrópolis, debido a que en ellas se emite una gama de contaminantes en una zona restringida y, considerando la gran cantidad de personas en las urbes, mucha gente se ve afectada (Hernández, 2005).

La Constitución Política del Perú y las normas ambientales vigentes, indican que un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida constituye un derecho fundamental de las personas y la sociedad.

Existe un gran número de estudios científicos que vinculan la contaminación del aire con las dolencias respiratorias, cardiovasculares, cardíacas e incluso

hepáticas. La Organización Mundial de la Salud (en su Nota descriptiva 313 de septiembre de 2011) señala: «La contaminación atmosférica constituye un riesgo ambiental para la salud y se estima que causa alrededor de dos millones de muertes prematuras al año en todo el mundo».

Las mediciones de contaminantes presentes en el entorno principalmente se realizan a través de ensayos físico-químicos, estos, sin embargo, no ofrecen información concluyente sobre los efectos que producen los contaminantes sobre las diversas formas de vida que se encuentran expuestas a los mismos. Para saber lo mencionado, se emplean los denominados bioindicadores, estos sirven para complementar a los ensayos físicoquímicos, y permiten conocer las consecuencias de la polución sobre las diversas formas de vida (Klumpp et al. 2004).

Los organismos vegetales, reaccionan de diversas formas a factores externos como los polutantes del aire. Los bioindicadores tienen por finalidad indicar cómo funcionan los polutantes atmosféricos sobre la actividad biológica de los organismos, porque aparte de ser sensibles, estos también generan reacciones típicas frente a polutantes frecuentes del aire (Guderian, 1985).

Emplear bioindicadores para calcular las consecuencias de los polutantes atmosféricos, representa una de las bases en la adecuada gestión de la calidad del aire en todo el mundo (VDI 1999) por el empleo de formas de vida para calcular el riesgo de la polución del entorno sobre los ecosistemas y el estado de salud de las personas. Los diversos métodos empleados para la bioindicación, el biomonitoreo y los bioensayos realizados en condiciones de laboratorio han prosperado en décadas recientes, sirviendo como herramientas frecuentes para el diagnóstico, el monitoreo y la gestión en las instituciones ambientales, en todos los países. Por lo tanto, los bioindicadores deben ser adecuados al clima y condiciones financieras de los diversos estados (Anze, 2007).

La presente tesis presta especial atención al elemento plomo, tratando de mencionar fuentes de las cuales pueda provenir; en la legislación actual se tiene como norma de referencia el D.S. N° 011-2017-MINAM (ECA suelo residencial / parques) para suelos incluyendo a este elemento, inicialmente se comparó con la normativa canadiense de calidad de suelos, en la que se consigna los niveles de plomo permitidos en el suelo residencial. Se pretende con esta investigación determinar las concentraciones de plomo acumuladas de manera particulada en el algodoncillo de ceibo y en el suelo presentes en el distrito de Chaclacayo, entre las cuadras 2 y 9 de la avenida Nicolás Ayllón, complementando con el análisis de muestras tomadas de algodoncillos de ceibo del centro de Lima (Av. Garcilaso de la Vega cuadras 14 y 15), Universidad Nacional Mayor de San Marcos y Comas, Av. maestro peruano, cruce con la Av. Tomas Unger.

1.1 Situación Problemática

Los vehículos automotrices que se desplazan desde Lima hacia el centro del país, y viceversa, transitan necesariamente por el distrito de Chaclacayo.

Los humos producto de la combustión de los combustibles fósiles que emplean los vehículos, emanan diversas partículas a la atmósfera; la dirección predominante del viento en Lima metropolitana tiene sentido oeste este, lo cual permite que material particulado proveniente de diversas fuentes se dirija hacia el distrito de Chaclacayo, estas partículas transportadas por el viento y las provenientes de los vehículos que transitan por la zona quedan atrapadas en el algodoncillo del ceibo (*Ceiba sp.*).

En Chaclacayo, y el resto de Lima, entre junio y septiembre, generalmente, el ceibo (*Ceiba sp.*) emite frutos dehiscentes, los cuales poseen un algodoncillo blanco, este adquiere un color entre crema, pardo y negro, de acuerdo a la concentración y tipo de partículas que contenga el aire en la zona en la que se encuentren expuestas estas plantas.

La pregunta central de la tesis es ¿El algodoncillo blanco del ceibo (*Ceiba sp.*) puede ser un buen indicador para detectar partículas de plomo u otros contaminantes presentes en el aire en el distrito de Chaclacayo y brindar indicios de las posibles fuentes emisión de las mismas? Las observaciones y las pruebas realizadas a los algodoncillos de los ceibos indicarían que este árbol es un buen indicador ambiental, y nos brindaría indicios de las fuentes del material particulado atrapado en el algodoncillo, los mismos que son trasladados por el viento y sedimentan en diversas partes del distrito en mención.

1.2 Formulación del Problema

La necesidad de contar con indicadores ambientales de bajo costo para monitorear la calidad del aire, es imperiosa en ciudades con alto tráfico vehicular y con niveles de contaminación atmosférica evidentes y dados a conocer por las autoridades sanitarias. El ceibo (*Ceiba sp.*) es un árbol que produce, entre junio y septiembre, dependiendo de la especie, un algodoncillo blanco, y algunos de ellos permanecen sin desprenderse del fruto todo el año, éste cambia de color de acuerdo a las partículas atrapadas del ambiente.

Este algodoncillo al captar y acumular permanentemente las partículas del entorno, sirve de indicador cualitativo, y con métodos de laboratorio se puede examinar cuantitativamente la presencia de partículas acumuladas en él.

El distrito de Chaclacayo cuenta con numerosos ejemplares de ceibo (*Ceiba sp.*), estos soporta un constante tráfico vehicular, con la consiguiente emisión de gases proveniente de los motores de combustión, siendo esta la principal fuente de emisión de gases, los cuales se dispersan en el aire y una parte de ellos quedan atrapados en el algodoncillo del “Ceibo”, el cual también atrapa material particulado transportado por el viento, esta característica, propia del

fruto del referido árbol, sirve como un método económico para evaluar la composición atmosférica y de suelos en el distrito de Chaclacayo.

1.3 Justificación teórica

El ceibo al estar presente en muchas zonas urbanas, en especial en el distrito de Chaclacayo, nos permitirá saber cualitativamente, de acuerdo al color del algodoncillo del fruto, que tipo de contaminantes se han capturado.

Los bioindicadores surgen como una necesidad de bajo costo para medir directa o indirectamente los niveles de contaminación en zonas en las que no es posible o resulta muy caro emplear equipos digitalizados. La presente tesis tiene como finalidad sustentar el empleo del ceibo (*Ceiba sp.*) como indicador de fuente de contaminación.

Al madurar los frutos del ceibo, estos se abren y dejan expuestos un algodoncillo, el cual de acuerdo a la composición del aire circundante presentará una gama de colores, yendo desde el blanco hasta el negro; esta característica propia del ceibo, hace de él un excelente bioindicador de calidad ambiental.

La capacidad del algodoncillo del ceibo de acumular material particulado del ambiente, sirve para obtener datos acerca de la calidad ambiental del aire en el distrito de Chaclacayo. El rango de colores del algodoncillo en mención nos permite saber cualitativamente el estado del ambiente, haciendo pruebas de laboratorio se puede determinar la composición y porcentaje de contaminantes acumulados en el mencionado algodoncillo.

El algodoncillo del ceibo en el distrito de Chaclacayo, sirve de bioindicador ambiental debido a que retiene las partículas suspendidas en el aire, cambiando de color de acuerdo al grado de exposición. Existen partículas en

la atmósfera, muchas de ellas contaminantes. Para la presente tesis, se tomó en consideración el elemento plomo, este puede tener diversas fuentes de emisión, mencionado queda atrapado en las fibras del algodoncillo del ceibo.

Para la realización de la presente tesis se considerará un Grupo experimental (GE): algodoncillo de ceibo, entre las cuadras 2 y 9 de la av. Nicolás Ayllón en Chaclacayo (GEch). Se hicieron dos levantamientos de información, la primera en 2008, la segunda en 2016.

Grupo de comparación (GC): Árboles de ceibo de las cuadras 14 y 15 de la av. Garcilaso de la Vega Lima (GCI), Árboles de ceibo entre las cuadras 1 y 5 de la avenida Maestro Peruano en Comas (GCc), Árboles de ceibo de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (GCu). Se hizo un levantamiento de información en 2008.

1.4 Justificación práctica

El problema de la contaminación del aire en Lima es una realidad, los contaminantes son diversos, se elige plomo para esta tesis, al haber estado oficialmente en los combustibles hasta el 31 de diciembre de 2004 (D.S. N° 019-98-MTC), este elemento también proviene de diversas fuentes. En Chaclacayo hay un tránsito permanente todo el día, todos los días del año, Lima metropolitana también soporta una gran carga vehicular diaria. Es necesario contar con un método de evaluación de la calidad del aire, y el ceibo (*Ceiba sp.*) es una excelente alternativa para tener una idea de la contaminación (color) y los componentes de esta gama de colores (análisis de laboratorio). Es una opción económica y práctica.

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivo general*

Demostrar que el algodoncillo del ceibo (*Ceiba sp.*) sirve como indicador de fuentes de contaminación atmosférica al capturar partículas del entorno en el distrito de Chaclacayo. En este caso se hace un estudio comparativo de datos obtenidos en 2008 y 2016 en el distrito en mención.

1.5.2 *Objetivos específicos*

- Explicar mediante la experimentación in situ la utilidad del ceibo (*Ceiba sp.*) como indicador de fuentes de contaminación atmosférica.
- Proponer la utilización del ceibo (*Ceiba sp.*) como bioindicador de fuentes de contaminación atmosférica de bajo costo.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Filosófico o Epistemológico de investigación

Las grandes urbes se distinguen por presentar un elevado número de personas, y debido a ello, se produce gran polución del entorno en el que habitan, derivado de las múltiples acciones realizadas en estos espacios, entre estas podemos mencionar al comercio, la industria, el transporte, e incluso actividades cotidianas en los hogares, trabajo y espacios públicos.

El problema mayor se centra en la concentración de grandes poblaciones en las zonas urbanas y las ingentes cantidades de polutantes, restos y sustancias dañinas generadas en estas zonas. Conociendo esta problemática, es importante monitorear y realizar controles permanentes del ambiente de las ciudades, con la finalidad de no sobrepasar los valores de los estándares de calidad ambiental que pudieran llegar a afectar la calidad de vida y salud de las poblaciones humanas (Gonzales, 2014).

Para el monitoreo de la calidad ambiental se han instaurado diversos indicadores, tanto mecánicos como biológicos. Una de las formas de estimar el impacto de los polutantes es a través del biomonitoreo, con él podemos saber el efecto de sustancias nocivas sobre las formas de vida expuestas a las mismas, respecto a los métodos clásicos que se encargan de evaluar la calidad ambiental del entorno, el biomonitoreo permite saber la calidad del entorno a precios más económicos (Gorza, 2009).

Según Molero (s.f.), un bioindicador se define como una forma de vida o un conjunto de estos que es capaz de responder a los cambios del ecosistema, sean estos bióticos o abióticos, esta reacción debe quedar evidenciada mediante cambios en los valores de las variables en el organismo elegido para el monitoreo.

Según Puig (s.f), los bioindicadores son organismos muy sensibles a su entorno, ellos cambian su forma, mueren o, prosperan ante la polución de su ambiente.

Brevemente podemos inferir que los bioindicadores permiten tener una idea bastante clara del área afectada por la polución del entorno, y por lo tanto afectando a las formas de vida en esa zona. Nos permite evidenciar cuan intenso es el impacto del entorno y cuan peligroso puede llegar a ser para las demás formas de vida dentro del ecosistema afectado, incluyendo al hombre.

2.2 Antecedente de investigación

El presente trabajo de investigación es pionero, sólo hay referencias a métodos de monitoreo pasivo, sobre todo en hojas de árboles ornamentales, no habiendo literatura referida al empleo del algodoncillo del ceibo.

Los bioindicadores se definen como aquellos seres vivos, o comunidades de los mismos, que tienen la capacidad de reaccionar a la polución ambiental, a través de reacciones fisiológicas, o mediante su capacidad para almacenar contaminantes (Pignata, 2003). Los bioindicadores sirven para medir los efectos de la polución en los organismos vivos, debido a ello, permiten contar con información importante sobre los riesgos que acarrearán para otras formas de vida, ecosistemas y el ser humano.

Los biomonitores son seres vivos, partes de ellos o una comunidad de estos que sirven para «cuantificar» la calidad del entorno a través de la comparación

de categorías o en relación a un rango considerado de «background». Su comportamiento evidencia una relación directa en lo concerniente a la dosis – respuesta con la conglomeración de un contaminante en la atmósfera, con la mezcla de estos y/o con el tiempo de exposición (Pignata, 2003). La reacción expresada como una respuesta singular o la acumulación de determinados polutantes, debe que ser fácilmente calculable, con un protocolo económico y debe singularizarse de reacciones sobre factores naturales.

El biomonitoreo consiste en el empleo de biomonitores, contemplando series definidas de cálculo con el objetivo de estimar la calidad del aire en un lugar específico, para un polutante particular o un grupo de contaminantes encontrados en dicho lugar. Cuando los biomonitores que se emplean son aquellos organismos que se desarrollan en los ecosistemas a evaluar, se le denomina biomonitoreo pasivo. Cuando los biomonitores son organismos que se llevan a una determinada zona y/o se emplean procedimientos de exposición controlada, entonces se denomina biomonitoreo activo (Anze, 2007).

Habiéndose identificado en diferentes zonas de lima metropolitana, áreas con árboles de ceibo, estos pueden servir de bioindicadores debido a que entre junio y septiembre producen un algodoncillo el cual varía de color al retener partículas del entorno aéreo y sirven de buenos indicadores ambientales de bajo costo, además de brindar indicios de las posibles fuentes de emisión de los agentes que causan el cambio de color en el algodoncillo del ceibo.

El objetivo de esta investigación es demostrar que el algodoncillo del ceibo (*Ceiba sp.*) sirve como indicador de fuentes de contaminación ambiental al capturar partículas de la atmósfera en el distrito de Chaclacayo. Para ello se coleccionan frutos de ceibo que tengan el algodoncillo expuesto, lo que permite realizar análisis de laboratorio que nos brinden luces sobre la composición química de los mismos.

El lugar de muestreo inicial es el distrito de Chaclacayo, ahí se realizaron muestreos cualitativos, y los cuantitativos se obtuvieron de los resultados de laboratorio arrojando resultados que sustentan la validez de emplear el mencionado algodoncillo como un buen indicador ambiental, pudiendo inferirse las posibles fuentes de contaminación atmosférica de acuerdo a la naturaleza de los agentes atrapados en el algodoncillo del ceibo.

2.3 Bases Teóricas

Los bioindicadores son organismos o sistemas biológicos sensibles a las variaciones en la calidad ambiental (en nuestro caso, de la calidad del aire).

En cuanto se produce una alteración en su entorno, algunos seres vivos desarrollan una determinada respuesta, cambiando sus funciones vitales o su composición química o genética y pueden llegar a almacenar el agente que he causado ese cambio.

Cuando hablamos de bioindicadores nos referimos a especies que nos permiten deducir alguna característica del medio en el que está. Por lo general, se utilizan como indicadores de la calidad del hábitat; como detectores de presencia, concentración o efecto de la contaminación; como detector de cambios o alteraciones en el medio. Un ejemplo clásico de bioindicador era el canario en las minas. Cuando el canario se moría, se entendía que había aumentado la concentración de los gases tóxicos que componen el grisú.

Los bioindicadores tienen varias maneras de “manifestar su protesta” como puede ser simplemente mediante su presencia o ausencia. Otra forma es mediante malformaciones o mediante la abundancia del indicador.

Además de todo esto, algunos seres vivos son capaces de acumular el agente contaminante. Se les llama bioacumuladores. La mayor ventaja de los

bioindicadores es que continuamente están en su hábitat, cosa que un equipo de medición no hace (pues toman las muestras de aire de forma periódica), por lo que si en algún instante, por muy corto que sea, tiene lugar algún hecho que pueda afectar al ambiente, los indicadores biológicos lo detectarán, mientras que probablemente los equipos de análisis no estarían operativos y no lo detectarían.

Otra ventaja es que los bioindicadores son organismos vivos. Eso quiere decir que sus respuestas nos indican directamente si se está produciendo algún daño sobre los seres vivos. Midiendo únicamente valores físico-químicos, estos efectos sólo pueden suponerse.

En nuestro trabajo pretendemos demostrar que el ceibo (*Ceiba sp.*) es un bioindicador, y que a través de los agentes capturados en el algodoncillo podemos inferir las posibles fuentes de contaminación en las zonas donde se realizaron la toma de muestras, y que posteriormente fueron evaluados en el laboratorio.

Los vehículos automotrices que se desplazan desde Lima hacia el centro del país, y viceversa, transitan necesariamente por el distrito de Chaclacayo. Los humos producto de la combustión de los combustibles fósiles que emplean los vehículos, emanan diversas partículas a la atmósfera; a esto se puede añadir las diversas fuentes industriales que emplean plomo en sus procesos y que son liberados a la atmósfera, el viento predominante en Lima metropolitana tiene sentido oeste este, lo cual conlleva a que el material particulado proveniente de diversas fuentes se dirija hacia el distrito de Chaclacayo, estas partículas transportadas por el viento también quedan atrapadas en el algodoncillo del ceibo (*Ceiba sp.*).

En Chaclacayo, y el resto de Lima, entre junio y septiembre, generalmente, el ceibo (*Ceiba sp.*) emite frutos dehiscentes, los cuales poseen un algodoncillo blanco, este adquiere un color entre crema, pardo y negro, de acuerdo a la

concentración y tipo de partículas que contenga el aire en la zona en la que se encuentren expuestas estas plantas.

La pregunta central de la tesis es ¿El algodoncillo blanco del ceibo (*Ceiba sp.*) puede ser un buen indicador para detectar partículas de plomo u otros contaminantes presentes en el aire en el distrito de Chaclacayo y brindar indicios de las posibles fuentes emisión de las mismas? Las observaciones y las pruebas realizadas a los algodoncillos de los ceibos indicarían que este árbol es un buen indicador ambiental, y nos brindaría indicios de las fuentes del material particulado atrapado en el algodoncillo, los mismos que son trasladados por el viento y sedimentan en diversas partes del distrito en mención.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

La investigación es experimental.

3.2 Diseño específico

Investigación Aplicada, con un (01) grupo experimental y tres (03) grupos de referencia.

3.3 Unidad de análisis

Árboles de ceibo (*Ceiba sp.*) encontrados en la avenida Nicolás Ayllon del distrito de Chaclacayo, y para complementar la información se emplearon árboles de la avenida Garcilaso de la Vega y Universidad Mayor de San Marcos, avenida Maestro Peruano, distrito de Comas.

3.4 Población de estudio

- Principalmente los algodoncillos de los árboles de ceibo, distrito de Chaclacayo, entre las cuadras 2 y 9 de la Av. Nicolás Ayllón (Ver Figura 1 y Ver Figura 2). Años 2008 y 2016

Tres puntos complementarios, año 2016, analizados en:

- Distrito de Lima: entre las cuadras 14 y 15 de la Av. Garcilaso de la Vega Lima (Ver Figura 3) y Universidad Mayor de San Marcos, frente a la Escuela de ingeniería geológica (Ver Figura 4).
- Distrito de Comas, entre las cuadras 1 y 5 de la avenida Maestro (Ver Figura 5).

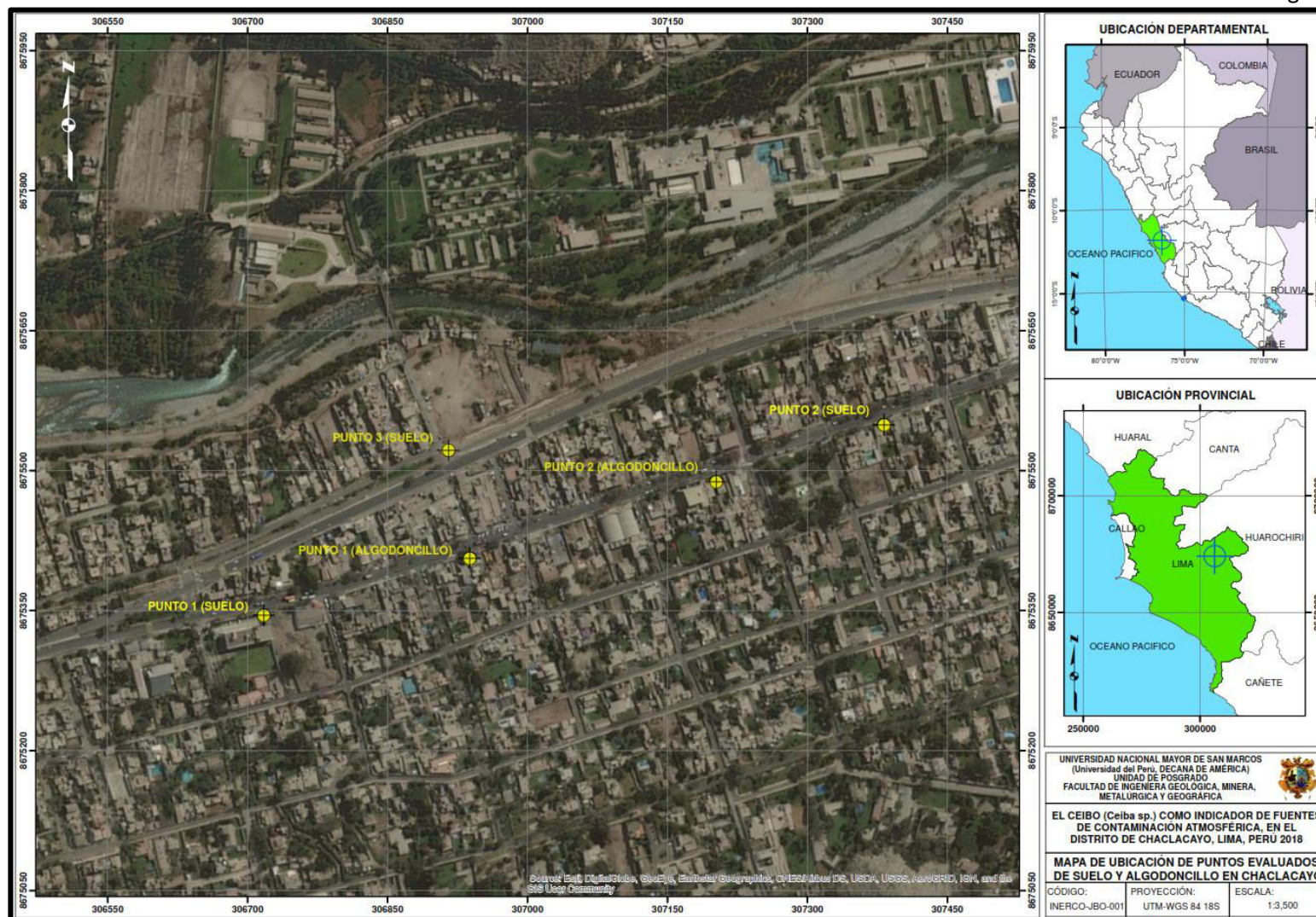


Figura 1. Puntos evaluados (suelo y algodoncillo) en Chaclacayo.
Fuente. Imagen tomada de Google Earth. Elaboración. Propia.

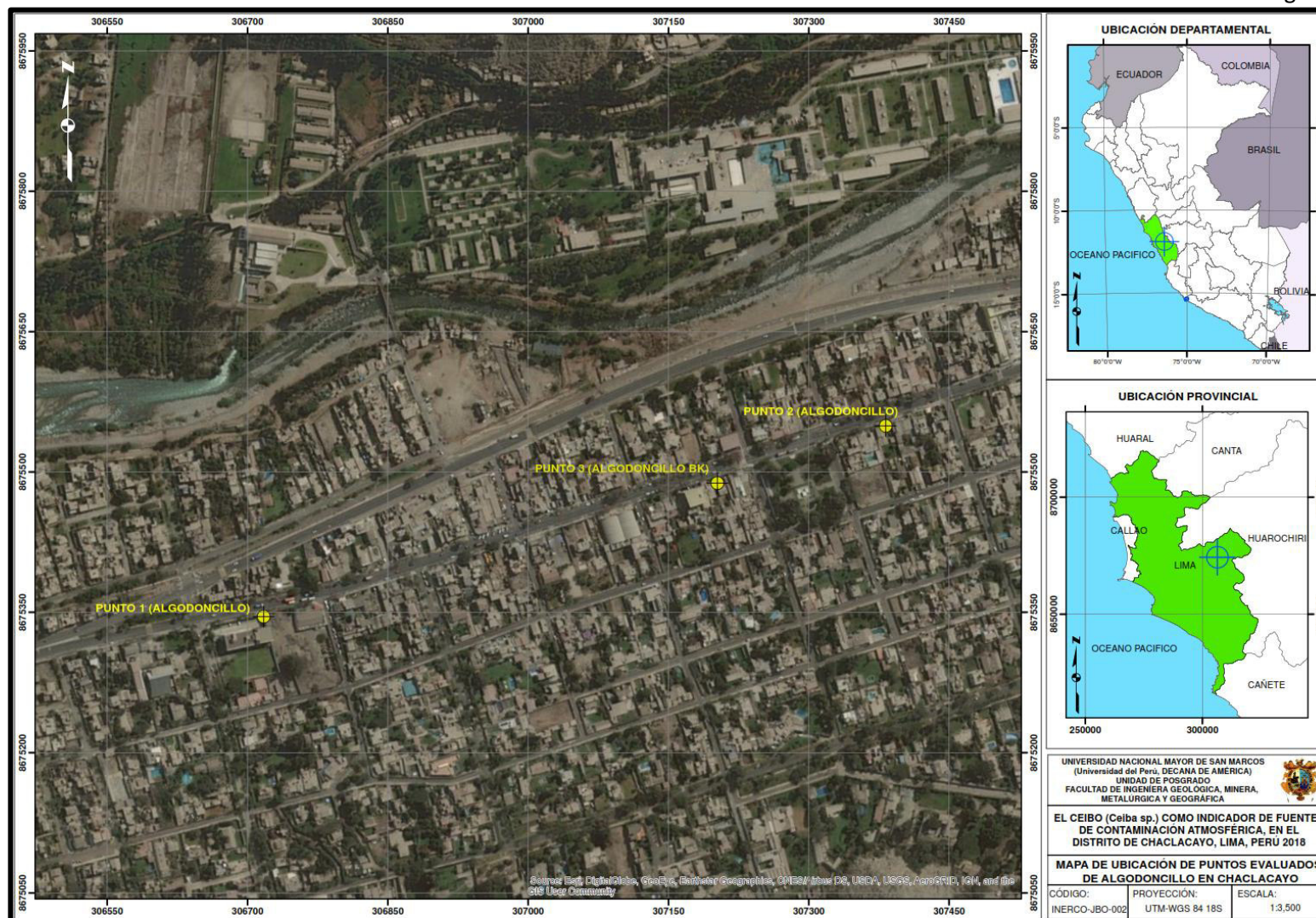


Figura 2. Puntos evaluados (algodoncillo) en Chaclacayo.
Fuente: Imagen tomada de Google Earth. Elaboración. Propia

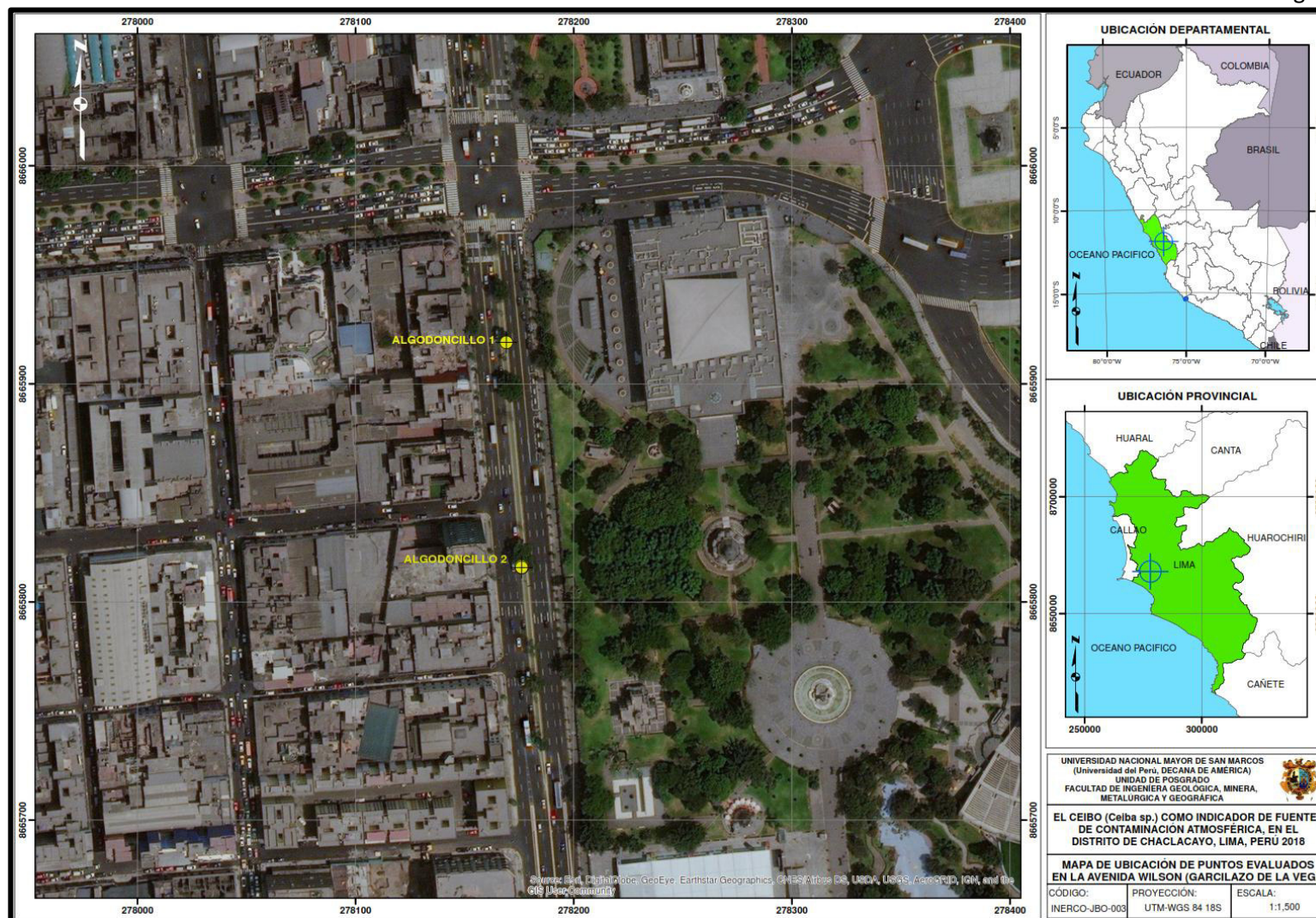


Figura 3. Puntos evaluados en la Avenida Wilson (Garcilazo de la Vega)

Fuente. Imagen tomada de Google Earth. Elaboración. Propia

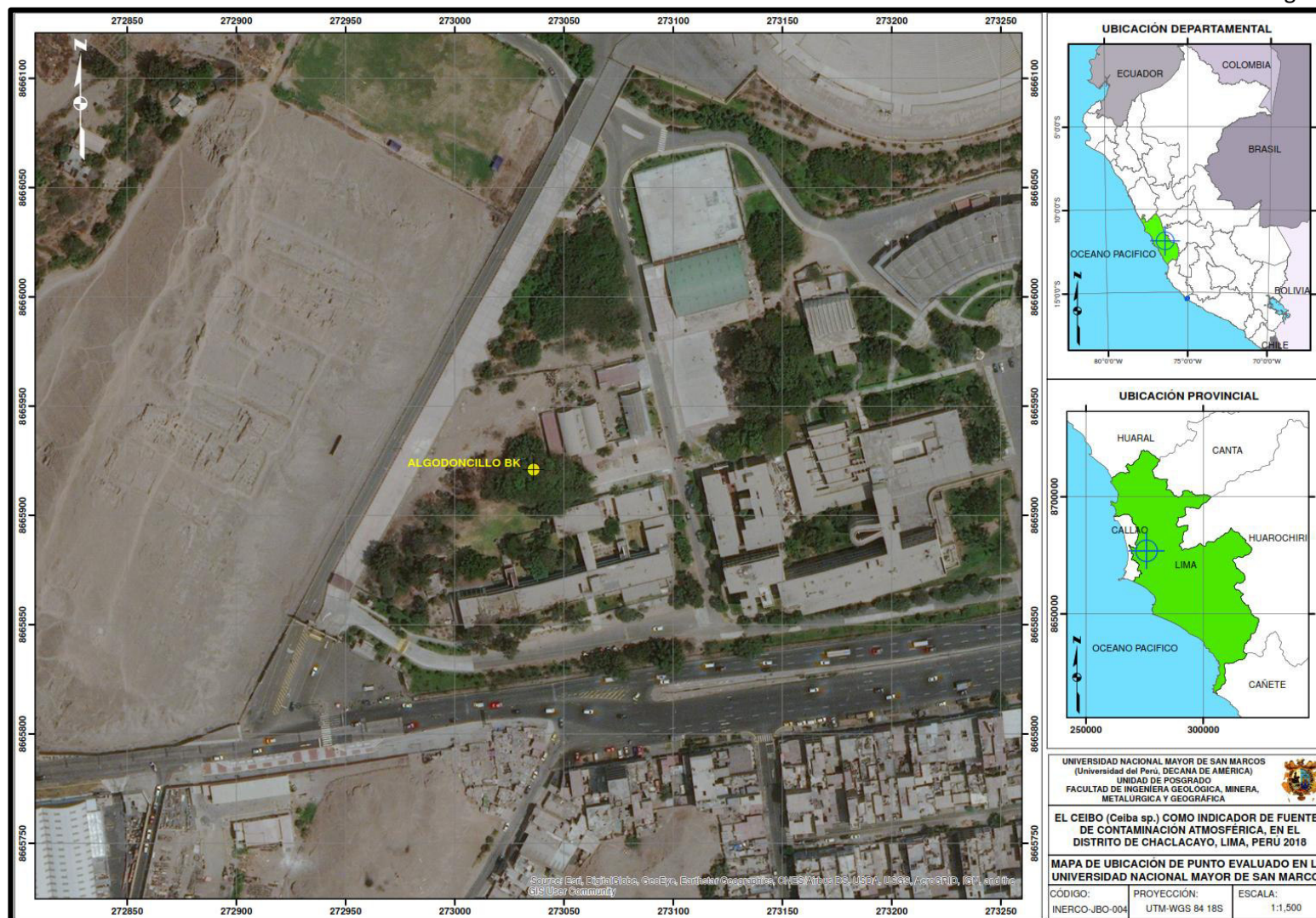


Figura 4. Punto evaluado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Fuente. Imagen tomada de Google Earth. Elaboración. Propia



Figura 5. Punto evaluado en la av. Maestro peruano cruce con la av. Túpac Amaru (Gerardo Unger)

Fuente. Imagen tomada de Google Earth. Elaboración. Propia

3.5 Tamaño de muestra

- En la avenida Nicolás Ayllón, Chaclacayo se contabilizan aproximadamente 37 árboles de ceibo que producen frutos, de estos se tomaron muestras de 5 árboles, lo cual representa el 13.51% del total de árboles, cabe mencionar que todos ellos están expuestos de igual manera a las mismas condiciones meteorológicas.

Detallamos la toma de muestras:

- 5 árboles de ceibo, entre las cuadras 2 y 9 de la av. Nicolás Ayllón en Chaclacayo. Años 2008 y 2016.
- 3 muestras de tierra superficial de la entre las cuadras 2 y 9 de la av. Nicolás Ayllón en Chaclacayo. Año 2008.
- 1 muestra de tierra superficial en la cuadra 2 de la av. Nicolás Ayllón en Chaclacayo. Año 2016.

Complementariamente (mediciones 2008):

- 2 árboles de ceibo de las cuadras 14 y 15 de la av. Garcilaso de la Vega.
- 1 árbol de ceibo de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- 1 árbol de ceibo de las cuadras 1 y 5 de la avenida Maestro Peruano, cruce con la avenida Túpac Amaru, en comas.

3.6 Selección de muestra

En Chaclacayo, se colectaron 5 frutos del árbol de ceibo que contenían algodóncillo expuesto y no expuesto al ambiente, para realizar los análisis de laboratorio correspondientes. Para comparar la cantidad de plomo acumulado en el mismo, también se tomaron tres muestras de suelo superficial en 2006 y una en 2016 en el distrito en mención. En este distrito se tomaron muestras los años 2008 y 2016.

3.7 Técnicas de recolección de Datos

Se colectaron de manera mecánica los frutos de ceibo que exponían el algodoncillo, para ello se emplearon escaleras, tijeras telescópicas u otro objeto que permita alcanzar los frutos en mención.

Se colectaron frutos del ceibo con algodoncillo expuesto y algodoncillo no expuesto al ambiente para comparar con los resultados a través de análisis de laboratorio correspondientes. Las muestras provinieron de 5 árboles de ceibo, entre las cuadras 2 y 9 de la Av. Nicolás Ayllón en Chaclacayo,

El año 2008, para complementar los resultados se tomaron muestras de algodoncillo de frutos de ceibo de las cuadras 14 y 15 de la Av. Garcilaso de la Vega, Lima, también de las cuadras 1 y 5 de la avenida Maestro Peruano, cruce con la avenida Túpac Amaru, Comas, así como de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

La investigación se realizó mediante colecta de muestras y análisis de laboratorio de las mismas, con especial énfasis en la presencia de plomo. Se recabó información que se encuentre en la web y en documentos oficiales procedentes de DIGESA, revistas, de libros y experiencias que pudiera haber en otras latitudes.

Basándonos en la poca bibliografía existente, se realiza un esquema de colecta de datos, análisis de resultados e interpretación de los mismos.

3.8 Análisis e interpretación de la información

Se seleccionaron las zonas de muestreo, luego se colectaron las muestras representativas de algodoncillo del ceibo (*Ceiba sp.*) de manera mecánica, para luego llevarlas al laboratorio SAG SAC, acreditado ante INDECOPI, para

el análisis respectivo. Los resultados se interpretaron y sirve para concluir si la hipótesis de que el ceibo sirve de indicador de fuentes de contaminación es válida o no.

Para la realización de la presente tesis se consideró:

Grupo experimental (GE):

Algodoncillos de ceibo, entre las cuadras 2 y 9 de la av. Nicolás Ayllón en Chaclacayo (GEch).

Grupo complementario (GC):

Algodoncillos de ceibo de las cuadras 14 y 15 de la av. Garcilaso de la Vega Lima (GCl).

Algodoncillos de ceibo entre las cuadras 1 y 5 de la avenida Maestro Peruano, cruce con la avenida Túpac Amaru, comas (GCc). Algodoncillos de ceibo de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (GCu).

- Universo y Muestra

Universo: algodoncillos de las plantas (5) de ceibo en Chaclacayo, complementadas para comparación con muestras del centro de lima, comas y de la UNMSM.

Muestra: Análisis del contenido del algodoncillo del ceibo.

Como parte central de la investigación se tomaron muestras del algodoncillo de ceibo (*Ceiba sp.*), considerando que muchos de estos algodoncillos permanecen expuestos durante meses, posiblemente años, luego de su dehiscencia, estas tomas de muestras se llevaron a cabo a inicios del año

2008 (chaclacayo y puntos complementarios), y en febrero de 2016 (chaclacayo).

- **Técnicas de recolección de datos**

- ♦ Fuente externa de datos secundarios (Tesis, Libros, revistas, certámenes científicos, etc.)
- ♦ Análisis químicos.
- ♦ Recopilación de experiencias similares tanto en el Perú como en el extranjero.

- **Instrumentos**

- ♦ Reactivos químicos.
- ♦ Análisis de la calidad del algodóncillo del ceibo.
- ♦ Movilidad para llegar a las zonas de muestreo.
- ♦ Revisión bibliográfica.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

Se realizaron análisis de laboratorio para saber las concentraciones de plomo en el algodoncillo del ceibo, estos sirvieron para, mediante comparación de colores, tener una aproximación de la concentración de este elemento en los algodoncillos que presentaron una gama de colores de acuerdo a la exposición a los polutantes atmosféricos del entorno.

Los resultados de laboratorio se compararon con normativas sobre estándares de calidad ambiental de suelos, debido a que el algodoncillo acumula en el tiempo las partículas del entorno, para nuestra investigación se analizó las concentraciones de plomo. Los resultados y la discusión se tratan en el ítem 4.3.

4.2 Pruebas de hipótesis

El ceibo (*Ceiba sp.*) al ser un árbol que produce un algodoncillo entre los meses de junio y setiembre, y este se mantiene expuesto a los polutantes del aire por varios meses posterior a la dehiscencia del fruto, sirve como indicador cualitativo de calidad del aire debido al color que adquiere al estar expuesto a las diversas partículas del entorno. También sirve de indicador cuantitativo al retener partículas como el plomo atmosférico, proveniente de diversas fuentes, en especial de la gasolina de los vehículos que transitan por Chaclacayo. Para poder saber la concentración del plomo que se acumula en el algodoncillo del ceibo (*Ceiba sp.*) se compararán los resultados con

legislación vigente respecto al parámetro suelo, debido a que este elemento se acumula en el algodoncillo expuesto de la planta, lo cual nos permitirá aproximarnos a las concentraciones que se acumulan en el algodoncillo de acuerdo al color que presentan.

4.3 Presentación de Resultados

A continuación, se muestran los puntos de empleados en 2008 (**Cuadro 1**), 2016 (**Cuadro 2**) y los resultados de laboratorio realizados a las diversas muestras, tanto de algodoncillo, como de tierra, (**Cuadro 3**) comparados con la norma canadiense para calidad de suelos Canadian Soil Quality Guidelines for Protection of Environmental and Human Health - 2007 (residencial), y el D.S. N° 011-2017-MINAM (suelo residencial / parques).

Se hace la comparación con normas ambientales para suelos, debido a que el algodoncillo acumula en el tiempo de exposición partículas polutantes del aire, mientras que para un análisis de calidad de aire se emplean equipos de medición para 24 horas.

Lo que se busca con este trabajo es contar con un bioindicador que nos permita tener indicios de zonas con presencia de contaminantes atmosféricos que por su constante presencia en el aire van a acumularse en el algodoncillo del ceibo y mediante ello se puede tener indicios de las fuentes de contaminación, para orientar los estudios ambientales a determinadas zonas que presenten polutantes atmosféricos acumulados en los algodoncillos.

Coordenadas	Este	Norte
Punto 1 (suelo) Chaclacayo	306717	8675345
Punto 2 (suelo) Chaclacayo	307382	8675549
Punto 3 (suelo) Chaclacayo	306915	8675522
Punto 2 (algodoncillo) Chaclacayo	306938	8675406
Punto 1 (algodoncillo) Chaclacayo	307202	8675488
Algodoncillo 1 Wilson	278169	8665919

Coordenadas	Este	Norte
Algodoncillo 2 Wilson	278176	8665816
Algodoncillo BK (San Marcos)	273036	8665921
Algodoncillo (tupac Amaru)	276085	8676374
Punto 1 (algodoncillo) Chaclacayo	306717	8675345
Punto 2 (algodoncillo) Chaclacayo	307382	8675549
Punto 3 (algodoncillo BK) Chaclacayo	306938	8675406

Cuadro 1. Puntos de monitoreo 2008. Fuente. Elaboración propia (Ver figuras del 1 al 5)

Coordenadas	Este	Norte
Punto 1 (algodoncillo) Chaclacayo	306938	8675406
Punto 2 (algodoncillo) Chaclacayo	307202	8675488
Punto 3 (algodoncillo) Chaclacayo	306717	8675345
Punto 4 (algodoncillo) Chaclacayo	307382	8675549
Punto 5 (algodoncillo BK) Chaclacayo	306938	8675406
Punto 1 (suelo) Chaclacayo	306717	8675345

Cuadro 2. Puntos de monitoreo 2016. Fuente. Elaboración propia (Ver figuras 6)

Punto, Material, Zona	Valores de Pb (mg/kg)	Norma Canadiense Pb total (mg/kg) Residencial	D.S. N° 011-2017-MINAM (mg/kg) Suelo Residencial/ Parques
Punto 1 Algodoncillo Chaclacayo (expuesto)	199.10	140.00	140.00
Punto 2 Algodoncillo Chaclacayo (expuesto)	216.40	140.00	140.00
Punto 3 Algodoncillo BK Chaclacayo (dehiscencia reciente)	2.17	140.00	140.00
Punto 1 Algodoncillo BK (San Marcos)	1.46	140.00	140.00
Punto 2 Algodoncillo 1 Wilson (expuesto)	145.57	140.00	140.00
Punto 3 Algodoncillo 2 Wilson (expuesto)	141.25	140.00	140.00
Punto 1 Algodoncillo Tupac Amaru (Av. Maestro peruano)	3.26	140.00	140.00
Punto 1 Tierra (Suelo) Chaclacayo	595.61	140.00	140.00
Punto 2 Tierra (Suelo) Chaclacayo	566.50	140.00	140.00
Punto 3 Tierra (Suelo) Chaclacayo	1765.00	140.00	140.00
Punto 1 Algodoncillo Chaclacayo (libre)	94.40	140.00	140.00
Punto 2 Algodoncillo Chaclacayo (dehiscencia reciente)	60.29	140.00	140.00

Cuadro 3. Comparación de resultados de las muestras tomadas y las normas canadiense y nacional para calidad de suelos 2008. Fuente. Elaboración propia

Puede apreciarse que 8 de los 12 puntos evaluados presentan niveles por encima de 140 mg/kg de Pb total para suelo residencial, considerado en la Norma Canadiense; y en 7 de ellos los valores están por encima de lo que estipula el D.S. N° 011-2017-MINAM (140 mg/kg) de Pb total para suelo Residencial/ Parques.

En la **Figura 6**, se muestra las concentraciones de plomo de las diferentes muestras, se hace la comparación con la norma canadiense para calidad de suelos (residencial), y el D.S. N° 011-2017-MINAM (suelo residencial / parques).

Los puntos 2 y 3 de la Av. Wilson (algodoncillo) presentan niveles sobre los 140 mg/kg de pb, los puntos de tierra 1, 2, y 3 de Chaclacayo presentan niveles sobre los 140 mg/kg de pb.

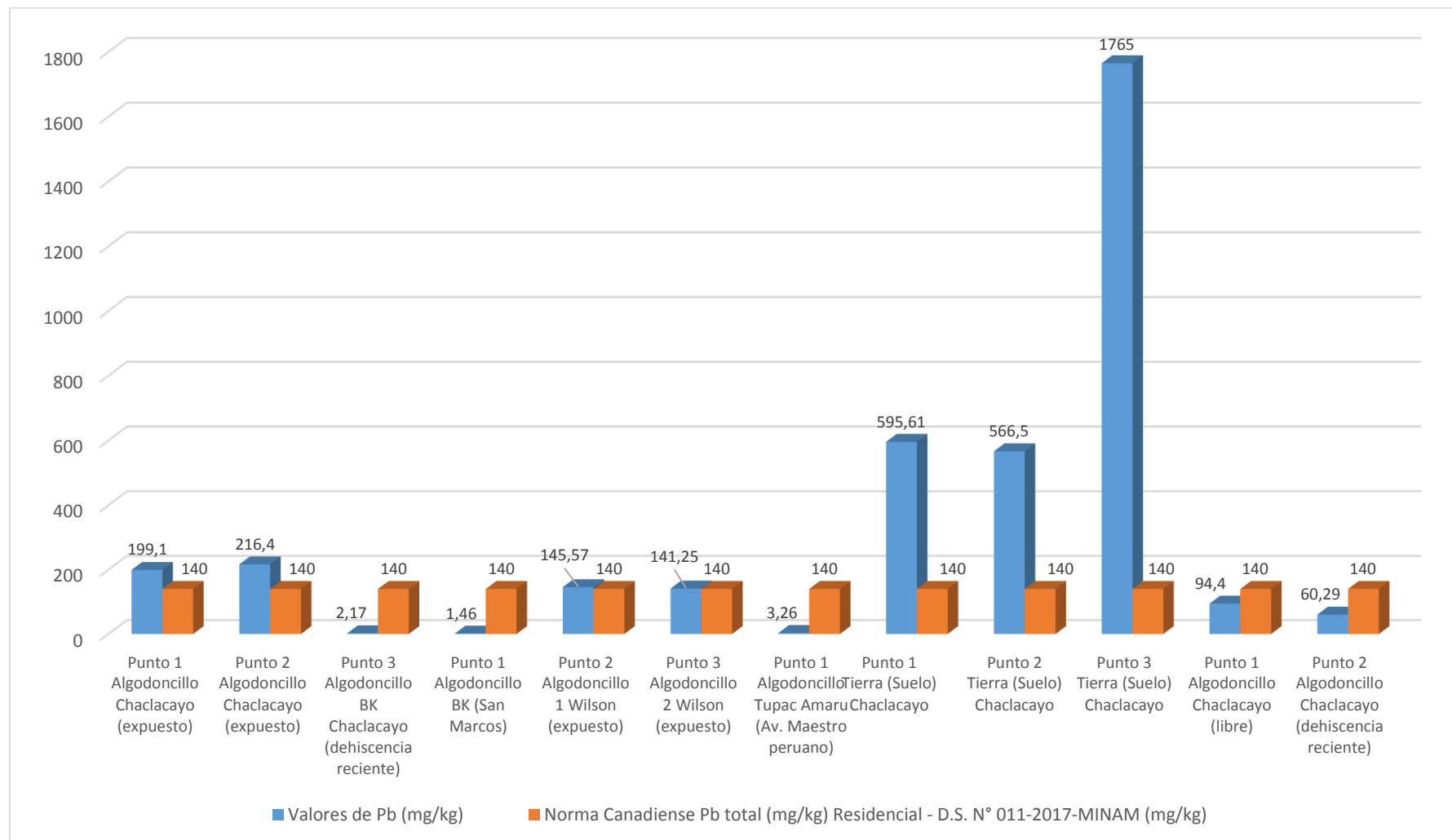


Figura 6. Concentración de Plomo total en todas las zonas evaluadas (2008). Fuente. Elaboración propia.

Puede apreciarse que 5 de los 8 puntos evaluados en chaclacayo en 2008 presentan niveles por encima de 140 mg/kg de Pb total para suelo residencial, considerado en la Norma Canadiense; en esos 5 puntos los valores también están por encima de lo que estipula el D.S. N° 011-2017-MINAM (140 mg/kg) de Pb total para suelo residencial / parques.

En la **Figura 7**, se muestra las concentraciones de plomo de las diferentes muestras, se hace la comparación con la norma canadiense para calidad de suelo residencial, y el D.S. N° 011-2017-MINAM (suelo residencial / parques). Se puede apreciar que la norma canadiense estipula hasta 140 mg/kg de Pb total para suelo residencial, mientras que el ECA MINAM estipula hasta 140 mg/kg de Pb total para suelo residencial / parques.

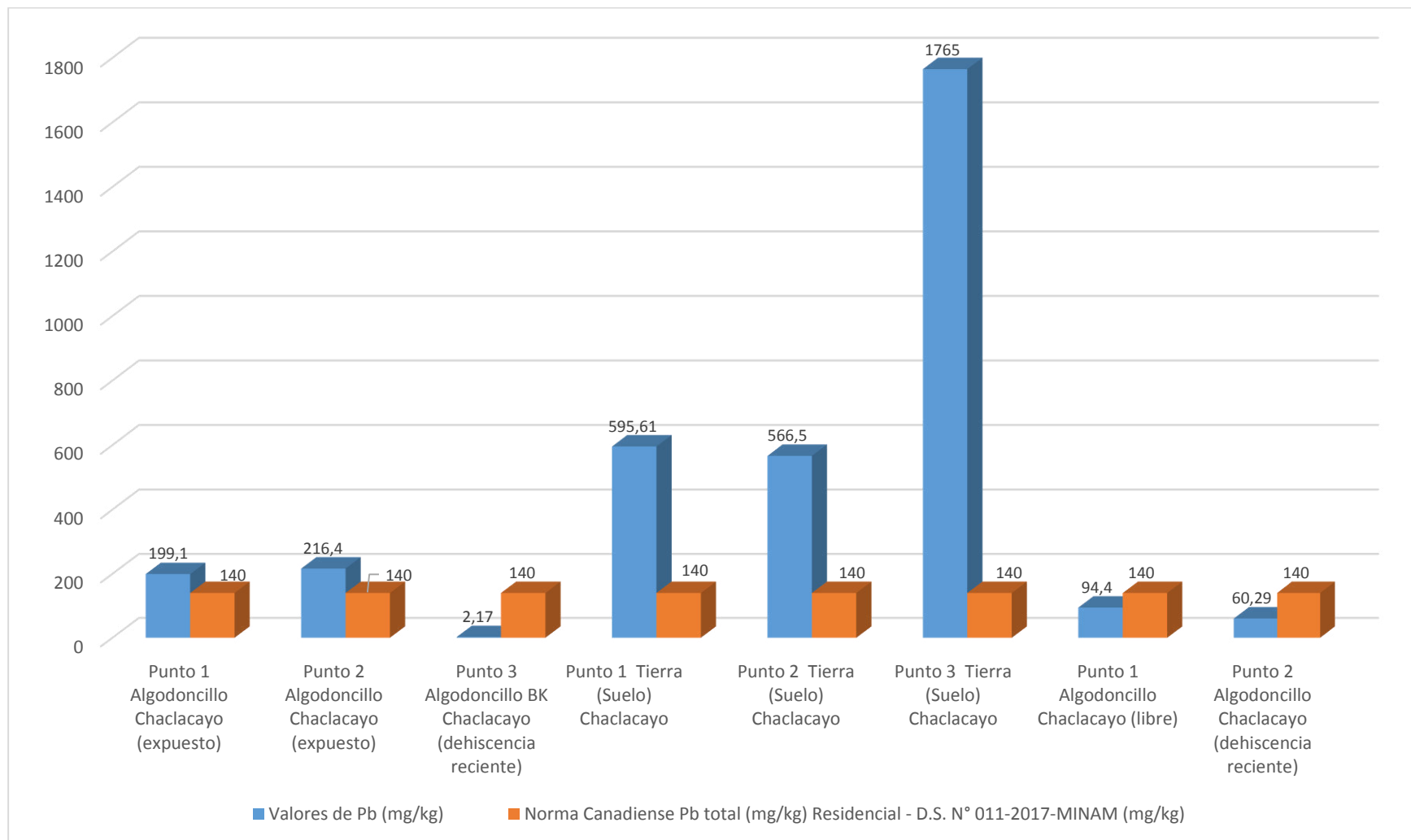


Figura 7. Concentración de Plomo total en Chaclacayo (2008). Fuente. Elaboración propia

Punto	Valores de Pb (mg/kg)	Norma Canadiense Pb total (mg/kg) Residencial	D.S. N° 011-2017-MINAM (mg/kg) Suelo Residencial/ Parques
Punto 1 CH1 Algodoncillo (dehiscencia reciente)	3.33	140	140
Punto 2 CH2 Algodoncillo expuesto	16.09	140	140
Punto 3 CH3 Algodoncillo expuesto	58.51	140	140
Punto 4 CH4 Algodoncillo expuesto	17.14	140	140
Punto 5 CH5 Algodoncillo expuesto	44.9	140	140
CHT Tierra Chaclacayo	310.63	140	140

Cuadro 4. Comparación de resultados de las muestras tomadas y las normas canadiense y nacional para calidad de suelos 2016. Fuente. Elaboración propia

Puede apreciarse que en todos los puntos de medición de algodóncillo de ceibo (CH1, CH2, CH3, CH4, CH5), los valores están por debajo de lo que indica como valor máximo en la Norma Canadiense para suelo residencial (140 mg/kg de Pb total; y de lo que estipula el D.S. N° 011-2017-MINAM (140 mg/kg) de Pb total para suelo residencial / parques. Sólo el punto de medición de concentración de plomo en el suelo (CHT) presenta un valor por encima de los permitido como valor máximo en ambas normas de referencia de calidad ambiental de suelos.

En la **Figura 8**, se muestra las concentraciones de plomo de las diferentes muestras, se hace la comparación con la norma canadiense para calidad de suelos (residencial), y el D.S. N° 011-2017-MINAM (suelo residencial / parques). Se puede apreciar que la norma canadiense estipula hasta 140 mg/kg de Pb total para suelo residencial, mientras que el MINAM estipula hasta 140 mg/kg de Pb total para suelo Residencial/ Parques.

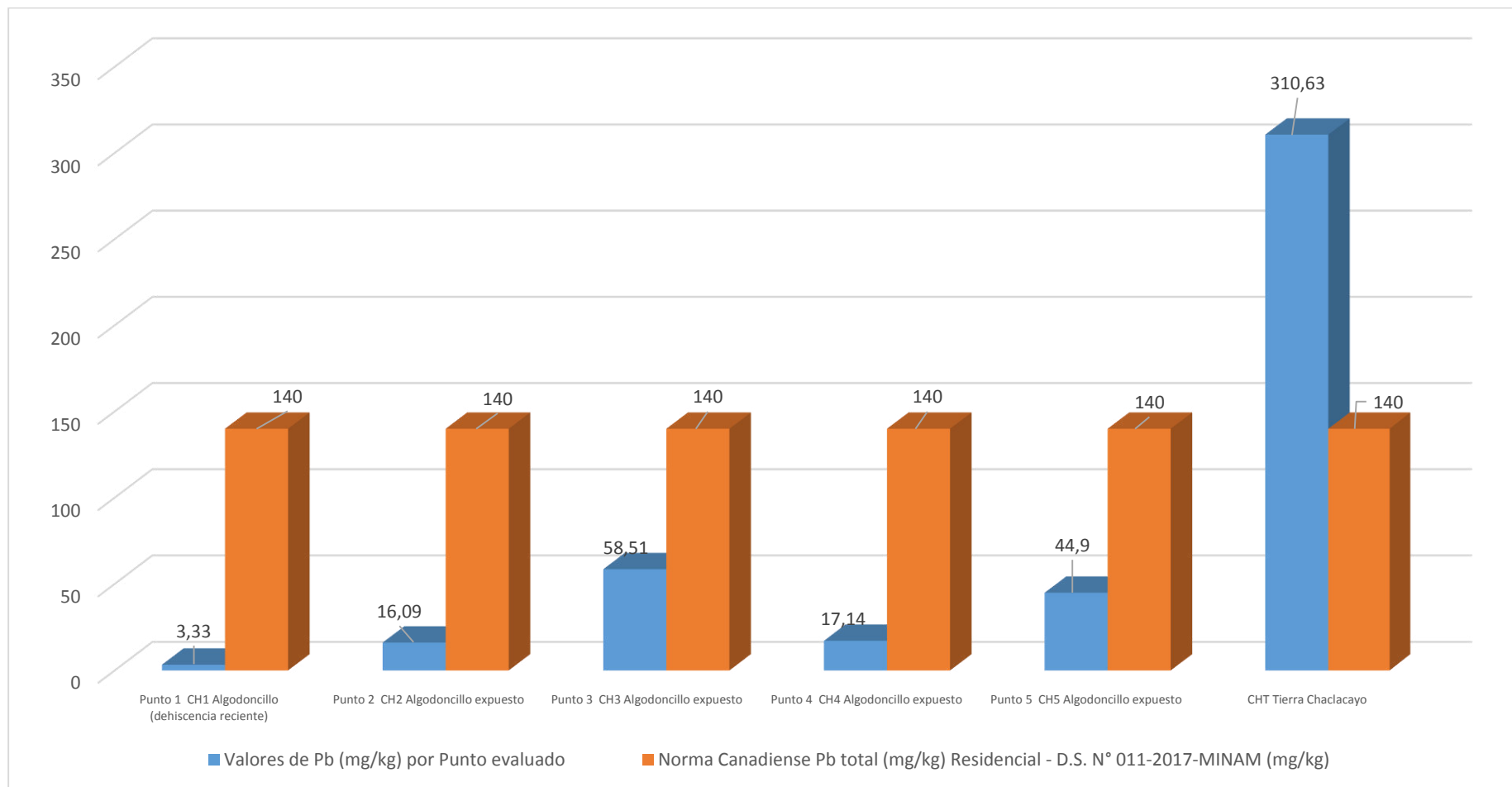


Figura 8. Concentración de Plomo total. Fuente. Elaboración propia

4.4 Discusión

Las diferencias en las concentraciones de plomo en el algodoncillo del ceibo (*Ceiba sp.*) y en el suelo, nos hace suponer que no sólo el material particulado proveniente de la combustión de los vehículos es el que se acumula en ellos, sino que hay otras fuentes de emisión de material particulado (plomo).

Al contener el algodoncillo del ceibo (*Ceiba sp.*) material particulado de diversas fuentes, este adquirirá diversas tonalidades, cada zona evaluada contiene algodoncillo con diversos colores y concentraciones de polutantes provenientes de diversas fuentes, como el transporte, polvo de tierra, fundiciones, industrias que emplean plomo en alguno de sus procesos.

El algodoncillo del ceibo (*Ceiba sp.*) presenta menor valor de plomo que el encontrado en el suelo, ello podría deberse a que primero capta el material dispersado en el aire y llega a una saturación, mientras que en el suelo el plomo se sigue acumulando por un tiempo prolongado, sin límite de saturación.

Los resultados de 2016, arrojan que todos los algodoncillos de ceibo (*Ceiba sp.*) analizados presentan valores por debajo de lo que exigen las normas canadiense y peruana para calidad de suelos, ello podría deberse a que, a partir de 2008, entró en vigor una norma que elimina al plomo como aditivo de la gasolina en todo el país, combustible empleado por los vehículos que transitan por chaclacayo. Solo las muestras de suelo, en 2008 y 2016, presentan valores por encima del valor estipulado como máximo en ambas normas tomadas de referencia, lo cual podría deberse al plomo transportado por el viento desde el oeste.

El valor de plomo en la muestra de tierra superficial registrado en 2016 (310.63 mg/kg), difiere significativamente respecto al registrado en el mismo punto en

2008 (1765.00 mg/kg). Sin embargo, ambos valores están por encima de lo indicado como valor máximo en la normativa canadiense y en la normativa peruana.

La nueva normativa ambiental de 2017 para el ECA suelo (D.S. N° 011-2017-MINAM) mantiene los valores del plomo como los que presentaba el ECA suelo de la derogada norma (D.S. N° 002-2013-MINAM) y los iguala con los valores de la Canadian Soil Quality Guidelines for Protection of Environmental and Human Health – 2007 (Residencial), con lo que se tienen valores para el plomo en el suelo equiparables con los de una nación desarrollada como Canadá.

CONCLUSIONES

- El ceibo (algodoncillo) sirve como indicador de calidad ambiental (cualitativo) por el color que adquiere al estar expuesto a diferentes materiales particulados.
- El algodoncillo de ceibo puede capturar diferentes partículas, las cuales quedan atrapadas en el tiempo, sirviendo de material para realizar análisis de laboratorio y saber la composición de los mismos.
- Los puntos con mayor tráfico vehicular reportaron mayores niveles de Pb, no descartándose la presencia de otros materiales particulados en la atmósfera.
- En 2008 los niveles de Pb en el suelo de Chaclacayo son mayores de lo estipulado en la legislación peruana, D.S. N° 011-2017-MINAM (140 mg/kg) de Pb total para suelo Residencial/ Parques (puntos 1, 2 y 3).
- En 2008 los niveles de Pb en el algodoncillo de ceibo (puntos 2 y 3 de la av. Wilson) son mayores de lo estipulado en la legislación peruana, D.S. N° 011-2017-MINAM (140 mg/kg) de Pb total para suelo Residencial/ Parques (puntos 1, 2 y 3).
- La mayor concentración de plomo en el suelo respecto al acumulado en el algodoncillo del ceibo nos indica que este último satura su

capacidad de capturar concentraciones de plomo y presenta por lo tanto valores menores que el acumulado en la tierra.

- La menor cantidad de concentración de plomo en los algodoncillos y tierra muestreados en 2016 respecto a los valores de 2008, indicarían que la principal fuente de emisión de polutantes aéreos con ese elemento estaba representada por los humos de los vehículos que empleaban gasolina aditivada con ese metal.
- El algodoncillo del ceibo puede servir de indicador cualitativo de zonas contaminadas de acuerdo al color que presenten, lo cual serviría para priorizar zonas a intervenir. Al acumular por meses polutantes aéreos sirve además como una fuente de consulta de la acumulación de contaminantes a corto plazo.

RECOMENDACIONES

- Emplear al ceibo (*Ceiba sp.*) como un indicador de calidad ambiental de aire, toda vez que al acumular material particulado proveniente de diversas fuentes, puede servir para saber la presencia de diversos polutantes que se desplazan por el aire.
- Al haber ceibo (*Ceiba sp.*) plantado en diversas zonas de lima metropolitana, éste puede servir como un bioindicador, debido a que el algodoncillo puede cambiar de color de acuerdo a la exposición a diversos materiales particulados.
- Los resultados de la tesis podrán servir a las autoridades locales del distrito de Chaclacayo como herramienta para la toma de decisiones en materia de ordenamiento ambiental, y también servirá a la comuna limeña, si desearan emplear un método pasivo de monitoreo ambiental.
- Los resultados pueden servir de referencia para futuras investigaciones en bioindicadores en zonas urbanas, también podría servir para priorizar zonas de evaluación ambiental de contaminación del aire y suelo en diversas ciudades en todo el territorio nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anze, Rafael., et al. (2007). Revista Virtual REDESMA, Bioindicadores en la detección de la contaminación atmosférica en Bolivia. Recuperado de: <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rvr/v1n1/a05.pdf>
- Anze, R. (1996a). *Propuesta para la implementación de una red de biomonitoreo para contaminación atmosférica en la ciudad de La Paz*. (Tesis de Maestría). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz.193 pp.
- Canadian Soil Quality Guidelines for Protection of Environmental and Human Health – 2007. Recuperado de: http://esdat.net/Environmental%20Standards/Canada/SOIL/rev_soil_summary_tbl_7.0_e.pdf
- Fenger, J. (1999). Urban air quality. *Atmospheric Environmental* Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231099002903>
- Gonzales, j., CEGESTI Éxito Empresarial / No. 252, 2014. Bioindicadores como aliados en el monitoreo de condiciones ambientales. Recuperado de: http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_252_240214_es.pdf
- Gorza, G. (2009). Biomonitoreo ambiental con abejas “Estaciones gemelas con análisis simultáneos”. Recuperado de:

[http://www.ecoportal.net/Temas Especiales/Contaminacion/biomonitoreo a mbiental con abejas estaciones gemelas con analisis simultaneos.](http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Contaminacion/biomonitoreo_a_mrbiental_con_abejas_estaciones_gemelas_con_analisis_simultaneos)

- Guderian, R. (1985). *Air Pollution by Photochemical Oxidants*. Berlin. Alemania. Edit. Springer-Verlag.
- Hernández, A. (2005). *Glosario de términos clave relacionados con un urbanismo y una arquitectura más sostenibles realizados en el Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, desarrollado a lo largo del curso de doctorado Por una ciudad más sostenible. El Planeamiento Urbano frente al Paradigma de la Sostenibilidad*. Recuperado de: <http://hi.ee.upm.es/tajo4/a-bioindicadores.html#fntext-1>
- Klumpp, A., W. Ansel, & G. Klumpp (2004). *EuroBionet*, European network for the assessment of air quality by the use of bioindicator plants. Reporte Final. Universidad de Hohenheim. Stuttgart, Alemania.
- Ministerio del Ambiente-MINAM. Glosario de términos Sitios Contaminados. Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>
- Ministerio del Ambiente-MINAM (2014) Guía para la Elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos. En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Recuperado de: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-PDS-SUELO_MINAM2.pdf
- Ministerio del Ambiente-MINAM (2014) Guía para el Muestreo de Suelos. En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad

Ambiental (ECA) para Suelo. Recuperado de: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf

- Ministerio del Ambiente-MINAM (2015) Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) En Sitios Contaminados. En el marco del D.S. n.º 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/GUIA-ERSA-ALTA.compressed.pdf>
- Ministerio del Ambiente-MINAM (2017). Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. Recuperado de: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/DS_011-2017-MINAM.pdf
- Ministerio de Salud. Dirección General de Salud-DIGESA. Concentración Mensual de los Contaminantes Atmosféricos durante el año 2007 por Estaciones. Recuperado de: <http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/caire/2007.asp>
- Molero, R. (s.f.). Empleo de bioindicadores en estudios de evaluación de la calidad ambiental. Depto. de Zoología. Universidad de Córdoba. Recuperado de: <http://www.uco.es/congresos/apoidea/pdf/conferenciaempleo-bioindicadores.pdf>
- Pignata, M.L. (2003). Curso sobre Empleo de biomonitores en estudios de contaminación atmosférica. Auspiciado por Swiss Contact, IBTEN, Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia.
- Puig, A. (s.f.). Bioindicadores (indicadores biológicos). Recuperado de: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Bioindic.htm>

- VDI. (1999) Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation). Grundlagen und Zielsetzung. Norma 3957, Hoja 1. Berlín: Beuth Verlag GmbH

ANEXOS

MATRÍZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: EL CEIBO (*Ceiba sp.*) COMO INDICADOR DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA, EN EL DISTRITO DE CHACLACAYO, LIMA, PERÚ.

SUSTENTACIÓN DEL TEMA: El algodoncillo del árbol de ceibo en el distrito de Chaclacayo, sirve de Bioindicador ambiental debido a que retiene las partículas suspendidas en el aire, cambiando de color de acuerdo al grado de exposición. Esta característica nos permitirá inferir las posibles fuentes de contaminación atmosférica, con especial énfasis en el plomo, principalmente proveniente de la combustión de la gasolina de los vehículos que transitan por el distrito en referencia, rumbo al centro del país, y viceversa, representa un contaminante permanente en la ciudad de Chaclacayo, éste y otros agentes son atrapados por las fibras del algodoncillo del ceibo.

OBJETIVO	ANTECEDENTES	IMPORTANCIA DEL TEMA	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
<p>OBJETIVO GENERAL Demostrar que el algodoncillo del ceibo (<i>Ceiba sp.</i>) sirve como indicador de fuentes de contaminación atmosférica.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explicar mediante la experimentación in situ la utilidad del ceibo como indicador de fuentes de contaminación. • Proponer la utilización del ceibo como bioindicador de bajo costo. • Elaborar una escala de colores que sirvan de patrón para contrastar cualitativamente la calidad del aire. 	<p>En varias zonas del planeta se emplean organismos vegetales como indicadores de calidad ambiental, en nuestro país también existen vegetales empleados como bioindicadores, sin embargo, no existen registros del empleo del ceibo como indicador de calidad ambiental; el presente trabajo representaría una investigación original en la materia, y aportaría datos novedosos sobre las posibles fuentes de contaminación atmosférica en el distrito de Chaclacayo.</p>	<p>La necesidad de contar con métodos eficaces y de bajo costo para monitorear la calidad del aire, es imperiosa en ciudades con alto tráfico vehicular. El ceibo es un árbol que produce, entre junio y setiembre, un algodoncillo blanco, el cual cambia de color de acuerdo a las partículas del ambiente. Este algodoncillo al captar las partículas del ambiente sirve de indicador cualitativo, y con métodos de laboratorio se puede examinar cuantitativamente.</p>	<p>Los vehículos automotrices que se desplazan de Lima hacia el centro del país, y viceversa, transitan necesariamente por el distrito de Chaclacayo. El combustible que emplean los vehículos contiene plomo (gasolina), el cual al combustionar liberará este elemento al ambiente, siendo este la principal fuente de emisión de plomo. Entre junio y setiembre el ceibo (<i>Ceiba sp.</i>) emite frutos dehiscentes, los cuales poseen un algodoncillo blanco, este adquiere un color entre pardo y negro, de acuerdo a la concentración de las partículas que contenga el aire en la zona en la cual se encuentren expuestas estas plantas.</p>	<p>¿El algodoncillo blanco del ceibo puede ser un buen indicador para detectar partículas de plomo u otros contaminantes presentes en el aire en el distrito de Chaclacayo?</p>

Cuadro 5. Matriz de Consistencia. Fuente. Elaboración propia.

HIPÓTESIS	CARÁCTER NOVEDOSO DEL PROYECTO - ORIGINALIDAD	VARIABLES	
<p>El algodoncillo del ceibo (<i>Ceiba sp.</i>) que se produce entre los meses de junio y setiembre, sirve como indicador cualitativo de calidad ambiental del aire, debido al color que adquiere al estar expuesto a las diversas partículas del entorno. A través de análisis de laboratorio, también puede servir de indicador cuantitativo de partículas como el plomo atmosférico, proveniente de diversas fuentes, en especial de la gasolina de los vehículos que transitan por Chaclacayo.</p>	<p>Habiéndose identificado en diferentes zonas de lima metropolitana, áreas con árboles de ceibo, estos pueden servir de indicador de la contaminación atmosférica debido a que entre junio y septiembre producen un algodoncillo el cual varía de color al retener partículas del entorno aéreo y sirven de buenos indicadores ambientales de bajo costo, al estar expuestos por meses. El lugar de muestreo inicial es el distrito de chaclacayo, ahí se realizaron muestreos cualitativos y cuantitativos arrojando resultados que sustentan la validez de emplear el mencionado algodoncillo como un buen indicador ambiental.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE El algodoncillo del ceibo como indicador de fuentes de contaminación atmosférica. Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Algodoncillo del Ceibo. • Análisis químicos de la presencia del plomo en el algodoncillo del ceibo. 	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Eficiencia del algodoncillo del ceibo como indicador de la calidad ambiental. Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partículas en suspensión en el aire. • Presencia del Plomo en los combustibles. • Presencia del Plomo en el Algodoncillo del ceibo.

Cuadro 5. Matriz de Consistencia. Fuente. Elaboración propia.

PANEL FOTOGRÁFICO

A continuación, se muestran las fotos y las respectivas concentraciones de plomo de acuerdo al color, en las diversas zonas muestreadas.

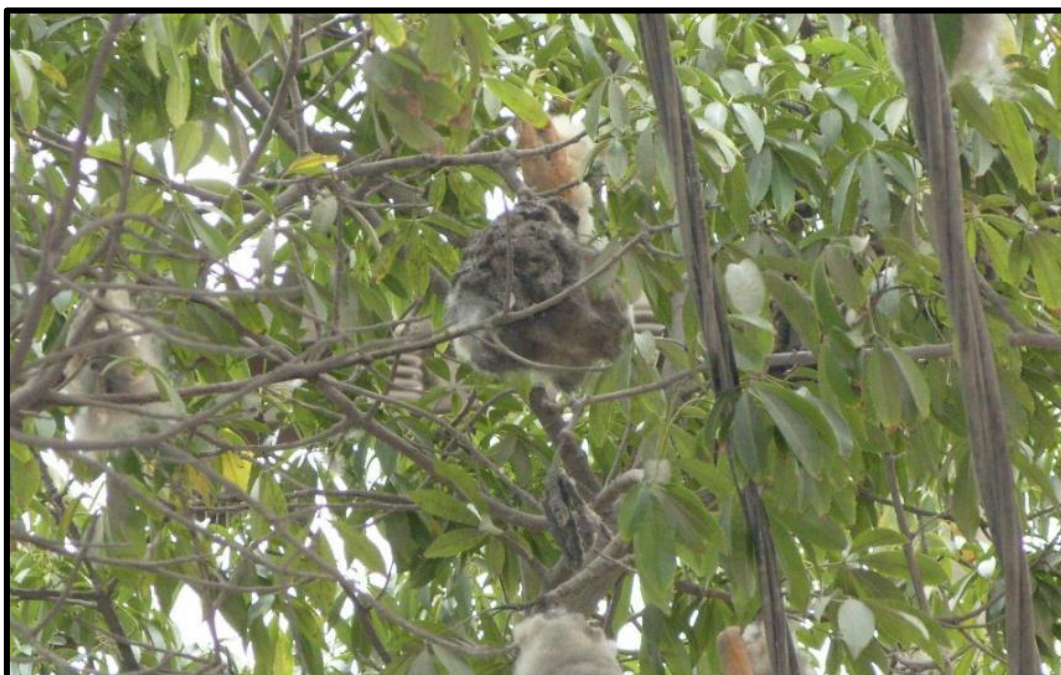


Foto 1. Algodoncillo, Punto 1 Chaclacayo (expuesto) 199.10 mg/kg

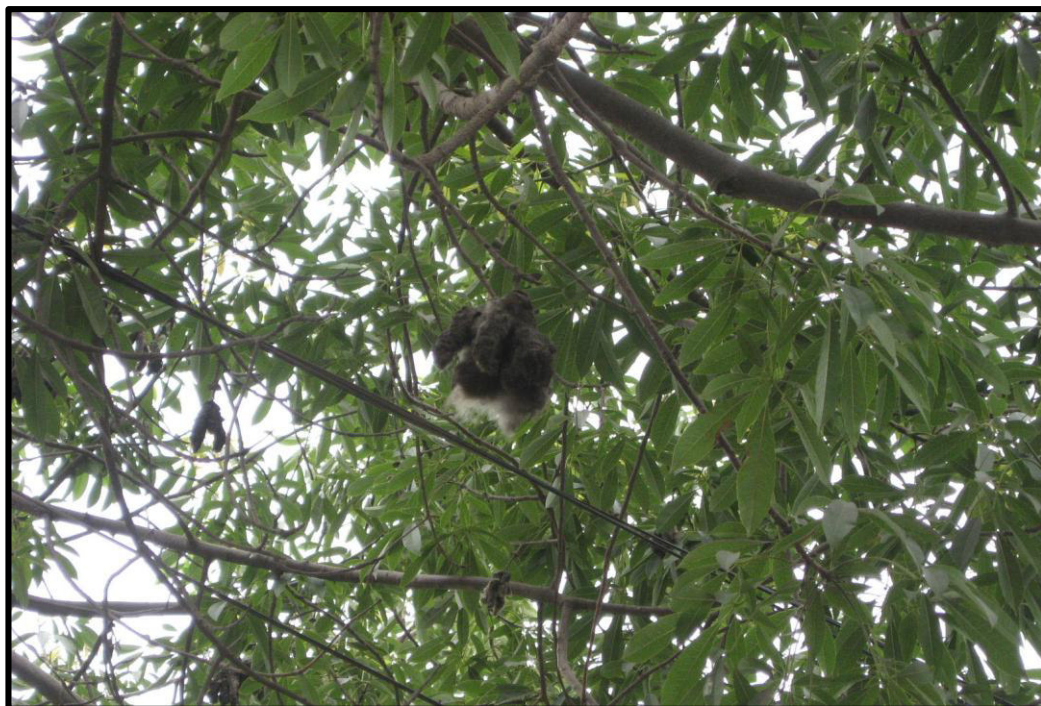


Foto 2. Algodoncillo Punto 2 Chaclacayo (expuesto) 216.40 mg/kg



Foto 3. Algodoncillo Punto 3 Dehiscencia reciente, cubierto por hojas BK 2.17 mg/kg



Foto 4. Algodoncillo Punto 1 (No expuesto) BK 1.46 mg/kg

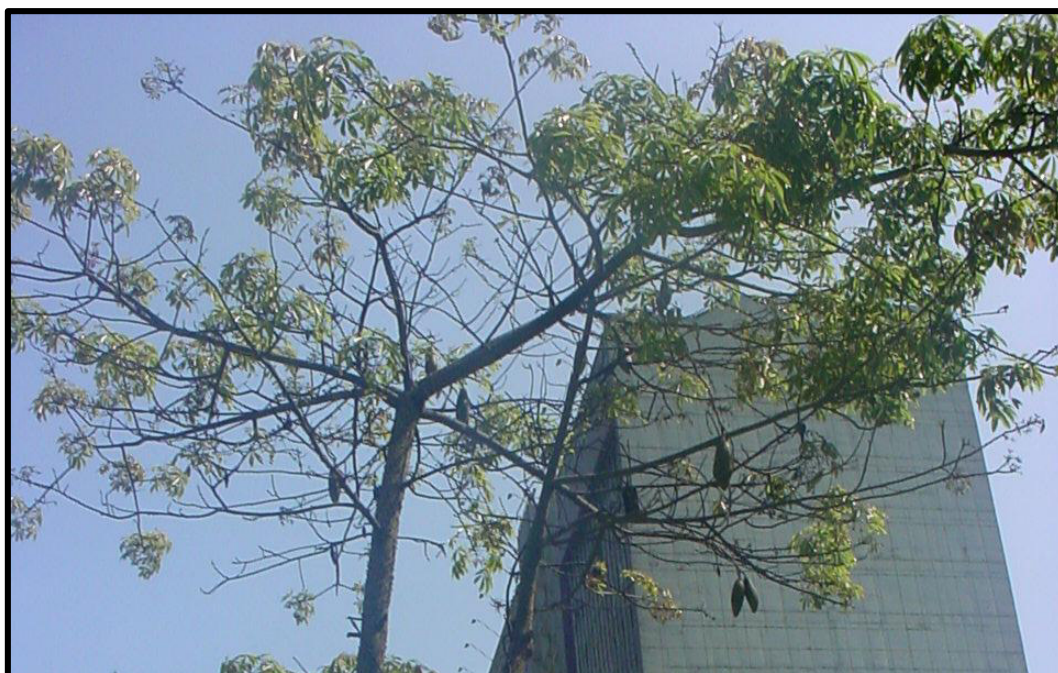


Foto 5. Algodoncillo Punto 2 en Av. Wilson 1 (Expuesto) 145.57 mg/kg



Foto 6. Algodoncillo Punto 3 en Av. Wilson 2 (Expuesto) 141.25 mg/kg



Foto 7. Algodoncillo Punto 1 en la Av. Túpac Amaru (No expuesto, seco sin dehiscencia) 3.26 mg/kg



Foto 8. Algodoncillo Punto 1 en Chaclacayo (libre) 94.40 mg/kg



Foto 9. Algodoncillo Punto 2 en Chaclacayo (dehiscencia reciente) 60.29 mg/kg



Foto 10. Ceibo mostrando algodoncillo limpio. No ha estado expuesto a fuentes de contaminación (UNMSM, FIGMMG)



Foto 11. Fruto cerrado y abierto de *Ceiba sp.* (Ceibo)

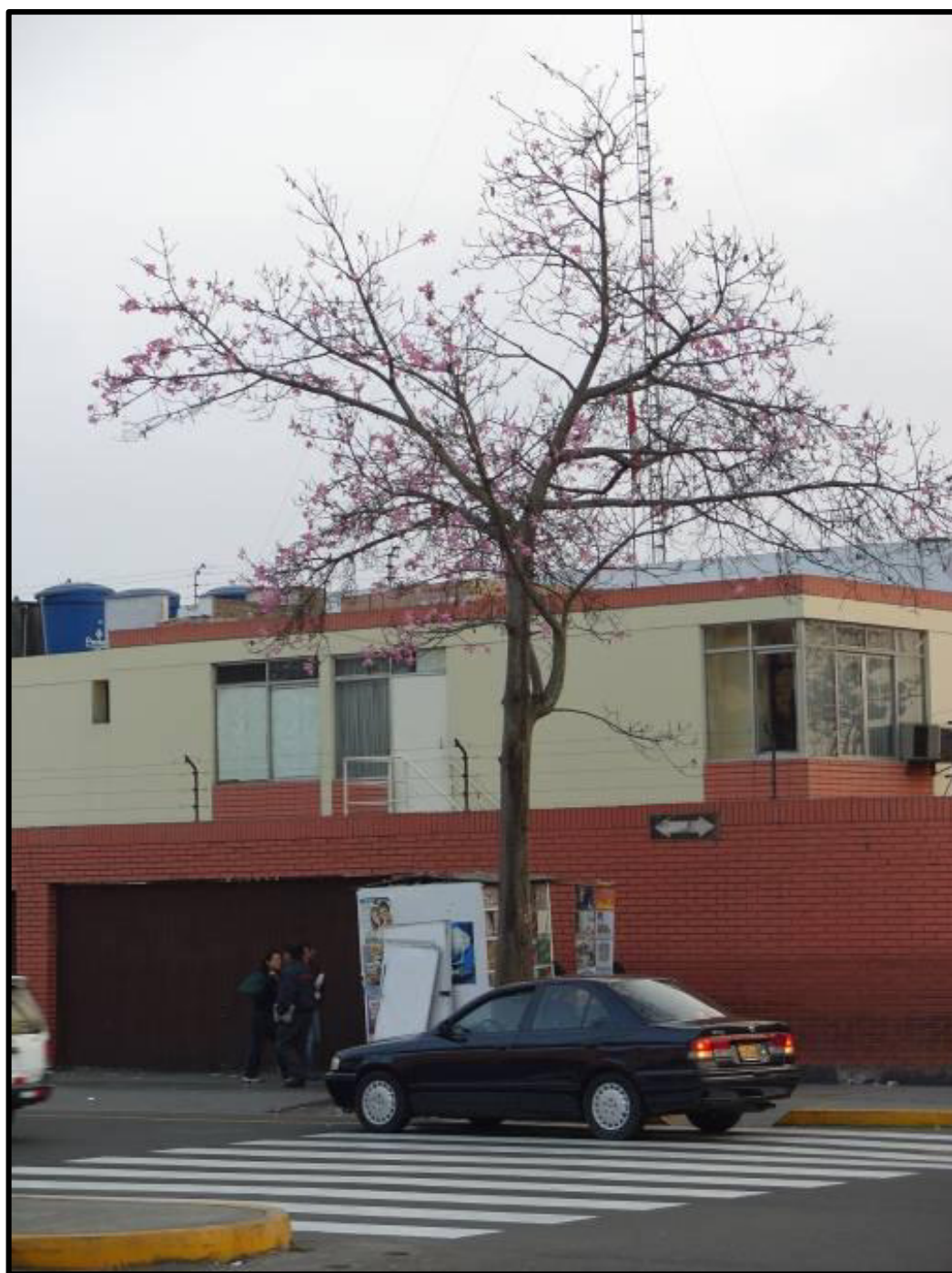


Foto 12. *Ceiba sp* (Ceibo) en etapa de floración



Foto 13. Flor de *Ceiba* sp. (Ceibo)



Foto 14. Flor de *Ceiba* sp. (Ceibo)



Foto 15. Algodoncillo de Ceibo



Foto 16. Algodoncillo de ceibo Nótese el color blanco del mismo al no estar expuesto a partículas que le hagan cambiar de color



Foto 17. Nótese que no todo el algodoncillo se libera del fruto. Este algodoncillo, al permanecer por meses, acumula las partículas atmosféricas provenientes de diversas fuentes.



Foto 18. Algodoncillo de ceibo mostrando un color plumizo y negro. Debido a las partículas capturadas (Chaclacayo)



Foto 19. Algodoncillo de ceibo mostrando un color anaranjado plumizo y negro. Debido a las partículas capturadas (Carabaylo)



Foto 20. Aun haya habido dehiscencia y las semillas hayan sido dispersadas por el viento, queda algodoncillo expuesto por meses en los árboles de ceibo (Carabaylo)



Foto 21. Podemos apreciar que hay frutos cerrados, semillas expuestas y algodoncillo expuesto por largo tiempo (Carabayllo)



Foto 22. Aun haya habido dispersión de semillas, queda algodoncillo expuesto por largo tiempo, lo cual nos permite tener una idea de la calidad del aire de la zona (Carabayllo)



Foto 23. Una vez empieza la dehiscencia de los frutos, también se puede apreciar frutos cerrados y algodoncillo constantemente expuesto a los polutantes del entorno debido a las partículas capturadas (Carabaylo)



Foto 24. Podemos apreciar que el algodoncillo de ceibo expuesto tiene una coloración típica de haber sido expuesta a partículas de tierra por el paso de los vehículos por una vía sin asfaltar (Carabaylo)



Foto 25. Se colecta algodoncillo de ceibo poco expuesto al ambiente (Chaclacayo)



Foto 26. Para la colecta del algodoncillo de ceibo se emplearon ganchos, tijeras y objetos que nos permitieran alcanzar las muestras (Chaclacayo)



Foto 27. Nótese la coloración, indicativo por el color gris oscuro que el algodoncillo estuvo expuesto a humos de los vehículos (Chaclacayo)



Foto 28. Nótese la coloración, en la parte externa se aprecia por el color gris oscuro que el algodoncillo estuvo expuesto a humos de los vehículos, pero debajo de él el algodoncillo no había sido expuesto al ambiente (Chaclacayo)



Foto 29. No todo el algodoncillo se dispersa con las semillas. Nótese que en estos restos la coloración oscura nos indica que el algodoncillo estuvo expuesto a humos de los vehículos (Chaclacayo)



Foto 30. Nótese que la parte externa es la más expuesta, dentro aún se aprecia el algodoncillo de tonalidad clara, en este caso no hubo gran dispersión de las semillas (Chaclacayo)



Foto 31. Fruto abierto que ha perdido parcialmente su contenido, nótese que presenta una coloración grisácea oscura debido a la exposición a polutantes del aire (Chaclacayo)



Foto 32. Las muestras son depositadas en bolsas ziplock y rotuladas (Chaclacayo)



Foto 33. Toma de muestras de tierra depositadas en bolsas ziplock y rotuladas (Chaclacayo)



Foto 34. Algodoncillos de ceibo de coloración oscura, expuestos a los humos de los vehículos que transitan por la zona (Chaclacayo)

ANEXO: RESULTADOS DE LABORATORIO



INFORME DE ENSAYO N° 02044B-2008

RAZON SOCIAL :
DOMICILIO LEGAL : Mz C Lt 4 San Martín de Porres
SOLICITADO POR : Blgo. Jaziel Martín Blanco Obregón
REFERENCIA : 02/02/2008
PRODUCTO DESCRITO COMO : FRUTO DE CEIBO (ALGODONCILLO)
CONDICIONES DE MUESTRA : APARENTEMENTE INTACTAS
FECHA DE MUESTREO : 22-01-08
FECHA DE RECEPCION : 02-02-08
FECHA DE ANALISIS : 06-02-08

Análisis	Método	Unidades	Límite de detección
Plomo Total (Pb)	EPA 3050-B-FLAMA (1996)	mg/Kg	0.500

Quím. César Antonio Poma Pando
 Col. Quím. N° 719
 Director Técnico Analítico

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st. Edition 2005.
 EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials

OBSERVACIONES:

- Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales SAG y sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
- Las muestras remanentes o dimeritas estarán en custodia de acuerdo al periodo de perecibilidad de los parámetros establecidos en normativas de referencia, salvo algún acuerdo con el cliente.

Cod: FI
 Versión: 04
 F. E.: 09/2008

Jr. Enrique Barrón 1328 Sta. Beatriz Lima-Perú Telefax.: 472- 8968 Cel.: 9910-97416
 Web: www.sagperu.com E_mail: sagperu@sagperu.com, sagperu@speedy.com.pe




INFORME DE ENSAYO N° 02044B-2008

CODIGO DE CLIENTE		BK	MUESTRA I	MUESTRA II
CODIGO DE LABORATORIO		0802020B	0802021B	0802022B
PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS		
Plomo Total (Pb)	mg/Kg	2.1657	199.1	216.4

La técnica de la lectura se realizó de acuerdo a las recomendaciones de la EPA. EPA 3050-B-FLAMA (1996)
La digestión se realizó de acuerdo a la técnica recomendada para lo análisis de suelos y plantas de Humberto Rodríguez fuentes.

Lima, 08 de Febrero del 2008


Quím. César Antonio Poma Pando
Col. Quím. N° 719
Director Técnico Analítico

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st. Edition 2005.
EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials

OBSERVACIONES:

- Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales SAC y sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
- Las muestras remanentes o dinteantes estarán en custodia de acuerdo al periodo de perecibilidad de los parámetros establecidos en normativas de referencia, salvo algún acuerdo con el cliente.

Cod: FI
Versión: 04
F. E.: 08/2008

Jr. Enrique Barrón 1328 Sta. Beatriz Lima-Perú Teléfax : 472- 8968 Cel.: 9910-97416
Web: www.sagperu.com E_mail: sagperu@sagperu.com, sagperu@speedy.com.pe



INFORME DE ENSAYO N° 02093B-2008

JAZIEL BLANCO OBREGÓN




INFORME DE ENSAYO N° 02093B-2008

CODIGO DE CLIENTE		BK	Av. Wilson -1	Av. Wilson-2	Av. Tupac Amaru
CODIGO DE LABORATORIO		0802232B	0802233B	0802234B	0802235B
PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS			
Plomo Total (Pb)	mg/Kg	1.455	145.57	141.25	3.262

La muestra correspondiente al punto de la Av. Wilson se trabajo por duplicado obteniéndose un CV (coeficiente de variación) de 3.01 el cual esta dentro de nuestro rango de aceptación.

La técnica de la lectura se realizo de acuerdo a las recomendaciones de la EPA, EPA 3050-B-FLAMA (1996)
La digestión se realizo de acuerdo a la técnica recomendada para lo análisis de suelos y plantas de Humberto Rodríguez fuentes.

Lima, 08 de Marzo del 2008


Quím. César Antonio Poma Pando
Col. Quím. N° 719
Director Técnico Analítico

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st. Edition 2005.
EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials

OBSERVACIONES:

- Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales SAC y sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
- Las muestras remanentes o dirimentes saldrán en custodia de acuerdo al periodo de perecibilidad de los parámetros establecidos en normativas de referencia, salvo algún acuerdo con el cliente.

Cod: FI
Versión: 04
F. E.: 09/2008

Jr. Enrique Barrón 1328 Sta. Beatriz Lima-Perú Telefax.: 472-8968 Cel.: 9910-97416
Web: www.sagperu.com E_mail: sagperu@sagperu.com, sagperu@speedy.com.pe




INFORME DE ENSAYO N° 02093B-2008

RAZON SOCIAL : -----
DOMICILIO LEGAL : Mz C Lt 4 San Martín de Porres
SOLICITADO POR : Blgo. Jaziel Martín Blanco Obregón
REFERENCIA : 28/02/2008
PRODUCTO DESCRITO COMO : FRUTO DE CEIBO (ALGODONCILLO)

CONDICIONES DE MUESTRA : APARENTEMENTE INTACTAS
FECHA DE MUESTREO : 28-02-08
FECHA DE RECEPCION : 28-02-08
FECHA DE ANALISIS : 07-03-08

Análisis	Método	Unidades	Límite de detección
Plomo Total (Pb)	EPA 3050-B-FLAMA (1996)	mg/Kg	0.500


Quím. César Antonio Poma Pando
Col. Quím. N° 719
Director Técnico Analítico

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 21st. Edition 2005.
EPA: U.S. Environmental Protection Agency - **ASTM:** American Society for Testing and Materials

OBSERVACIONES:

- Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales SAC y solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
- Las muestras remanentes o sobrantes estarán en custodia de acuerdo al periodo de preservación de los parámetros establecidos en normativas de referencia, salvo algún acuerdo con el cliente.

Cod: FI
 Versión: 04
 F. E.: 09/2008

Jr. Enrique Barrón 1328 Sta. Beatriz Lima-Perú Telefax.: 472-8968 Cel.: 9910-97416
 Web: www.sagperu.com E_mail: sagperu@sagperu.com, sagperu@speedy.com.pe



INFORME DE ENSAYO N° 02142-2008

JAZIEL BLANCO OBREGÓN




INFORME DE ENSAYO N° 02142-2008

RAZON SOCIAL : -----
DOMICILIO LEGAL : Mz C Lt 4 San Martín de Porres
SOLICITADO POR : Blgo. Jaziel Martín Blanco Obregón
REFERENCIA : 28/02/2008
PRODUCTO DESCRITO COMO : PRECIPITADO DE MATERIAL PARTICULADO EN FRUTO DE CEIBO (ALGODONCILLO) Y DEPÓSITOS
CONDICIONES DE MUESTRA : APARENTEMENTE INTACTAS
FECHA DE MUESTREO : 27-03-08
FECHA DE RECEPCION : 27-03-08
FECHA DE ANALISIS : 08-04-08

Análisis	Método	Unidades	Límite de detección
Plomo Total (Pb)	EPA 3050-B-FLAMA (1996)	mg/Kg	0.500
Polvo Sedimentable	Precipitación de polvo Método : Bergerhhooff	g / (m ² * T)**	0.0010g

** Asumiendo un tiempo de 30 días


Quím. César Antonio Poma Pando
Col. Quím. N° 619
Director Técnico Analítico

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: APHA, AWWA, WEF, 21st Edition 2005.
 EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials

OBSERVACIONES:

- Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales SAC y sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
 - Las muestras remanentes o sobrantes estarán en custodia de acuerdo al periodo de perecibilidad de los parámetros establecidos en normativas de referencia, salvo algún acuerdo con el cliente.

Jr. Enrique Barrón 1328 Sta. Beatriz Lima-Perú Telefax.: 472-8968 Cel.: 910-97416
 Web: www.sagperu.com E-mail: sagperu@sagperu.com, sagperu@speedy.com.pe

Cod. FI - Revisión 02
 Fecha de Emisión: Nov07



INFORME DE ENSAYO N° 02142-2008

CODIGO DE CLIENTE		(Polvo sedimentable) punto 1	(Polvo sedimentable) punto 2	(Polvo sedimentable) punto 3	Ceivo libre	(Polvo sedimentable en Ceivo) punto 2
CODIGO DE LABORATORIO		0803232	0803233	0803234	0803235	0803236
PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADOS				
Polvo Sedimentable	$\frac{g}{(m^2 * 30 \text{ días})}$	0.73238	0.75479	0.80747	////	////
Plomo Total (Pb)	mg/Kg	595.61	566.50	1765	94.396	60.294

El parámetro de polvo sedimentable correspondiente a las tres muestras se hizo por el método gravimétrico del material sedimentado sobre el área del depósito ($0.132m * 0.132m = 0.0174 M^2$) asumiendo un tiempo de exposición de 30 días. Pudiendo hacerse las correcciones por las horas o días en defecto o exceso.

La técnica de la lectura se realizó de acuerdo a las recomendaciones de la EPA. EPA 3050-B-FLAMA (1996) La digestión se realizó de acuerdo a la técnica recomendada para el análisis de suelos y plantas de Humberto Rodríguez Fuentes.

Lima, 29 de Abril del 2008


Quím. César Antonio Poma Pando
Col. Quím. N° 619
Director Técnico Analítico

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: APHA, AWWA, WEF. 21st. Edition 2005
 EPA: U.S. Environmental Protection Agency - ASTM: American Society for Testing and Materials

OBSERVACIONES:

- Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales SAC y solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.
- Las muestras remanentes o sobrantes estarán en custodia de acuerdo al periodo de prescripción de los parámetros establecidos en normativas de referencia, salvo algún acuerdo con el cliente.

Jr. Enrique Barrón 1328 Sta. Beatriz Lima-Perú Telefax.: 472-8968 Cel.: 910-97416
 Web: www.sagperu.com E_mail: sagperu@sagperu.com, sagperu@speedy.com.pe

Cod: FI - Revisión: 02
 Fecha de Emisión: Nov07

RESULTADOS 2016

INFORME DE ENSAYO Nº 101015-2016

RAZÓN SOCIAL	: JAZIEL MARTIN BLANCO OBREGON
DOMICILIO LEGAL	: CALEL MANANTIAL MZA. C LOTE. 04 APV. EL MANANTIAL (ALT. CRUCE AV. UNIVERSITARIA Y C. JZAGUIRRE) LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
SOLICITADO POR	: JAZIEL MARTIN BLANCO OBREGON
REFERENCIA	: ANÁLISIS DE ALGODONCILLO DE CEIBO
PROCEDENCIA	: CHACLACAYO
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	: 2016-02-25
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS	: 2016-02-05
MUESTREADO POR	: JAZIEL BLANCO

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Metales (Plomo).	EPA Method 200.7, Rev 4.4, EMMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994	---	mg/kg

L.C.: Limite de cuantificación.

II. RESULTADOS:

Producto dedarado			Algodondillo	Algodondillo	Algodondillo	Algodondillo
Matriz analizada			Algodondillo	Algodondillo	Algodondillo	Algodondillo
Fecha de muestreo			2016-02-25	2016-02-25	2016-02-25	2016-02-25
Hora de inicio de muestreo (h)			10:00/12:00	10:00/12:00	10:00/12:00	10:00/12:00
Condiciones de la muestra			Conservado	Conservado	Conservado	Conservado
Código del Cliente			CH1	CH2	CH3	CH4
Código del Laboratorio			1602676	1602677	1602678	1602679
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados			
Metales totales						
Plomo (Pb)	mg/kg	0.06	3.33	16.09	58.51	17.44
Producto dedarado			Algodondillo			
Matriz analizada			Algodondillo			
Fecha de muestreo			2016-02-25			
Hora de inicio de muestreo (h)			10:00/12:00			
Condiciones de la muestra			Conservado			
Código del Cliente			CH5			
Código del Laboratorio			1602680			
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados			
Metales totales						
Plomo (Pb)	mg/kg	0.06	44.90			

L.D.M.: Limite de detección del método

INFORME DE ENSAYO Nº 101448-2016 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL	: JAZIEL MARTIN BLANCO OBREGON
DOMICILIO LEGAL	: CAL. EL MANANTIAL MZA. C LOTE. 04 APV. EL MANANTIAL (ALT. CRUCE AV. UNIVERSITARIA Y C. JZAGUIRRE) LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
SOLICITADO POR	: JAZIEL MARTIN BLANCO OBREGON
REFERENCIA	: ANÁLISIS DE SUELO
PROCEDENCIA	: CHACACAYO
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS	: 2016-02-25
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS	: 2016-02-05
MUESTREADO POR	: JAZIEL BLANCO

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Metales (Plomo).	EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994	---	mg/kg

L.C.: Limite de cuantificación.

II. RESULTADOS:

Producto declarado		Suelo	
Matriz analizada		Suelo	
Fecha de muestreo		2016-02-25	
Hora de inicio de muestreo (h)		10:00/12:00	
Condiciones de la muestra		Conservado	
Código del Cliente		CHT	
Código del laboratorio		1602681	
Ensayo	L.D.M.	unidades	Resultados
Metales totales			
Plomo (Pb)	mg/kg	0.06	310.63

L.D.M.: Limite de detección del método

Lima, 11 de Marzo del 2016

ANEXO: GLOSARIO

Para el presente glosario se han considerado las definiciones del Ministerio del Ambiente de Perú, Glosario de términos Sitios Contaminados, Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) En Sitios Contaminados, Guía para la Elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos, Guía para el Muestreo de Suelo, D. S. N° 011-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo (<http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>).

Agente. – “Cualquier entidad biológica, química o física que puede producir un efecto adverso”. (RM 034 – 2015 – MINAM, Glosario) GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y EL AMBIENTE (ERSA) EN SITIOS CONTAMINADOS En el marco del D.S. n.º 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2015.

Bioacumulación: “Concentración resultante acumulada en el ambiente o en los tejidos de organismos a partir de la incorporación, distribución y eliminación de contaminantes obtenidos por todas las rutas de exposición por ejemplo por aire, agua, suelo, sedimento y alimento”. (GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS,

Glosario) En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. 2014.

Contaminación. – “Distribución de una sustancia química o una mezcla de sustancias en un lugar no deseable (aire, agua, suelo), donde puede ocasionar efectos adversos al ambiente o sobre la salud”. (RM 034 – 2015 – MINAM, Glosario) GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y EL AMBIENTE (ERSA) EN SITIOS CONTAMINADOS En el marco del D.S. n.º 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2015.

Contaminante: “cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo y cuya concentración excede la del nivel de fondo, susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente”. (GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE DESCONTAMINACIÓN DE SUELOS, Glosario) En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. 2014.

Estándar de Calidad Ambiental (ECA). – “Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos”. (GUÍA PARA EL MUESTREO DE SUELOS, Glosario) En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2014.

Ecosistema. – “Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad

funcional”. (RM 034 – 2015 – MINAM, Glosario) GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y EL AMBIENTE (ERSA) EN SITIOS CONTAMINADOS En el marco del D.S. n.º 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2015.

Fuente de contaminación. – “Punto o área de contaminación y dispersión de materiales peligrosos y residuos peligrosos al ambiente, fuente que emite contaminantes al ambiente en un sitio contaminado”. (RM 034 – 2015 – MINAM, Glosario) GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y EL AMBIENTE (ERSA) EN SITIOS CONTAMINADOS En el marco del D.S. n.º 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2015.

Geo-referenciación. – “Es el procedimiento técnico-científico por el cual se define la localización espacial de un objeto, en un sistema de coordenadas y datum determinado”. (GUIA PARA EL MUESTREO DE SUELOS, Glosario) En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2014.

GPS. – “Sistema de posicionamiento Global o, NAVSTAR GPS (NAVigation System and Ranging – Global Positioning System, sistema de navegación y determinación de alcance, y sistema de posicionamiento mundial’) es el sistema que permite determinar la posición geográfica en cualquier parte del mundo de un objeto, persona o nave y funciona mediante una red de satélites en órbita sobre el planeta”. (GUIA PARA EL MUESTREO DE SUELOS, Glosario) En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2014.

Inhalación. – Respiración. “La exposición puede ocurrir por inhalación de los contaminantes, porque éstos se pueden depositar en los pulmones, transportarse en la sangre o ambos”. (GLOSARIO DE TÉRMINOS Sitios Contaminados, Ministerio del Ambiente, Perú).

Medios ambientales. – “Cualquier elemento natural (suelo, el agua, el aire, las plantas, los animales o cualquier otra parte del ambiente) que participa en los flujos de materia y energía en el sistema y que puede contener contaminantes”. También referidos como compartimientos. (RM 034 – 2015 – MINAM, Glosario) GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y EL AMBIENTE (ERSA) EN SITIOS CONTAMINADOS En el marco del D.S. n.º 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2015.

Muestreo biológico o dosimetría interna. – “Determinación cuantitativa de la concentración del tóxico o sus metabolitos en uno o más medios corporales del organismo expuesto. Se usa para estimar la exposición que experimentan cada uno de los tejidos del cuerpo, con el fin de estimar la magnitud de la exposición ambiental y para demostrar que existió una exposición efectiva. El simple hecho de que el tóxico se encuentre dentro del organismo es la prueba de que existió la exposición”. (RM 034 – 2015 – MINAM, Glosario) GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y EL AMBIENTE (ERSA) EN SITIOS CONTAMINADOS En el marco del D.S. n.º 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2015.

Organismo. – “Individuo; en el caso de organismos multicelulares se refiere a individuos formados por un sistema de órganos”. (RM 034 – 2015 – MINAM, Glosario) GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN DE RIESGOS A LA SALUD Y EL AMBIENTE (ERSA) EN SITIOS

CONTAMINADOS En el marco del D.S. n.º 002-2013-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2015.

Sitio contaminado. – “Aquel suelo cuyas características químicas han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositadas por la actividad humana, en concentraciones tal que en función del uso actual o previsto del sitio y sus alrededores represente un riesgo a la salud humana o el ambiente”. (GUIA PARA EL MUESTREO DE SUELOS, Glosario) En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2014.

Suelo. – “Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad”. (D. S. N° 011-2017-MINAM Anexo) Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo).

Suelo contaminado. – “Suelo cuyas características químicas, han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana, según lo establecido en el D.S. N° 002-2013-MINAM”. (GUIA PARA EL MUESTREO DE SUELOS, Glosario) En el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2014.

Suelo agrícola. – “Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas

naturales protegidas”. (D. S. N° 011-2017-MINAM Anexo) Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo).

Suelo comercial. – “Suelo en el cual, la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios”. (D. S. N° 011-2017-MINAM Anexo) Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo).

Suelo industrial/extractivo. – “Suelo en el cual, la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes”. (D. S. N° 011-2017-MINAM Anexo) Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo).

Suelo residencial/parques. – “Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento”. (D. S. N° 011-2017-MINAM Anexo) Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo).